应用 SPSS27.0 软件计算药物半数效应浓度的实现方法

郜江菲[1]，郑婉怡[1]，刘建明[2]，张　扬[3]，宋花玲[1]*
（1. 上海中医药大学公共健康学院，上海 201203；2. 同济大学附属上海市肺科医院麻醉科，上海 200433；
3. 上海市黄浦区豫园社区卫生服务中心，上海 200010）

摘要：目的 以临床研究数据为基础，系统介绍如何应用 SPSS27.0 软件中的 Probit 模块进行药物半数效应浓度（50% effective concentration，EC_{50}）的计算，为临床研究者提供借鉴和参考。**方法** 以一组临床数据为例，阐述应用 SPSS27.0 软件计算药物的 EC_{50} 操作步骤，并对主要输出结果进行解释。同时将本法计算所得的 EC_{50} 结果与 GraphPad Prism9.5 软件的计算结果进行比较验证。**结果** SPSS 软件计算分析药物的 EC_{50} 结果与常用的 GraphPad Prism9.5 软件的计算结果一致，且该软件的步骤简单、操作快捷。**结论** 可用 SPSS 统计软件计算分析药物的 EC_{50}，其操作方便、快捷，是非统计专业临床研究者的理想选择。

关键词： SPSS27.0 软件；半数效应浓度；Probit 回归
中图分类号： R969.1　　**文献标志码：** A　　**文章编号：** 1672-9188(2025)04-0401-006
引用： 郜江菲, 郑婉怡, 刘建明, 等. 应用SPSS27.0软件计算药物半数效应浓度的实现方法[J]. 世界临床药物, 2025, 46(4): 401-406. DOI：10.13683/j.wph.2025.04.013

The implementation method of the calculation of 50% effective concentration by SPSS27.0

GAO Jiangfei[1], ZHENG Wanyi[1], LIU Jianming[2], ZHANG Yang[3], SONG Hualing[1]*
(*1. School of Public Health, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China;
2. Department of Anesthesia, Shanghai Pulmonary Hospital of Tongji University, Shanghai 200433, China;
3. Yuyuan Community Health Service Center, Huangpu District, Shanghai 200010, China*)

Abstract: ***Objective*** To systematically introduce how to calculate the 50% effective concentration (EC_{50}) of drugs using the Probit module in SPSS27.0 based on clinical research data, tproviding a reference for clinical researchers. ***Methods*** Taking a set of clinical data as an example, this study elucidates the specific steps of calculating the EC_{50} of drugs using SPSS27.0 and interprets the main output results. Additionally, the EC_{50} obtained by this method are compared and validated with those calculated by GraphPad Prism9.5. ***Results*** The EC_{50} calculated and analyzed by SPSS software are consistent with those obtained by GraphPad Prism9.5. Moreover, SPSS27.0 features simple steps and quick operations. ***Conclusion*** SPSS27.0 can be used to calculate and analyze EC_{50}, which is convenient and fast in operation and is an ideal choice for clinical researchers who are not specialized in statistics.

Key word: SPSS27.0 software; median effective concentration; Probit model

药物的量 - 效关系分析是药效评价中的基本内容之一，能反映药物作用的剂量依赖性，可为药物安全使用剂量的确定提供依据。半数效应浓度（50% effective concentration，EC_{50}）是药效评价中的重要指标[1]，即指使半数实验个体产生期望效应时所需药物的浓度，通常指非死亡效应，是毒理学常用的剂量参数。在评价新药物（包括抗生素、化学药物及动植物源药物）对病原体的抑制效应，或是在测

收稿日期： 2024-10-10
作者简介： 郜江菲，本科在读，研究方向：流行病学与卫生统计学。
通信作者： 宋花玲，副教授，研究方向：临床研究中统计方法的应用。
基金项目： 上海市大学生创新创业训练计划项目(202410268154)；上海市教委2024年重点课程建设项目(108)；上海中医药大学课程建设项目(KECJ2024019，KECJ2025062)

定病原体的耐药性时，EC_{50} 均是常用的重要指标。此外，其在指导临床用药方面有着极高的价值。研究药物的 EC_{50} 能帮助研究人员更深入了解药物的药理学特点，拓展其应用范围，以及为减少患者用药不良反应提供依据。

对于非统计学专业的研究者而言，SPSS 软件具有界面简洁、操作简便及易于上手等优势，在开展课题研究的临床医生中使用频率尤高。但现有文献中尚未发现有关于使用 SPSS27.0 软件计算药物 EC_{50} 的具体方法介绍。本文拟通过一组临床数据为例，详细说明如何使用 SPSS27.0 软件完成药物 EC_{50} 的计算，为研究人员进行数据分析提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源

数据资料来源于某医院麻醉科医生开展的一项关于舒芬太尼 EC_{50} 的临床研究中收集的数据。分析中使用的 SPSS 格式的数据集主要包含“效应”“舒芬太尼浓度”“频数”3 个变量，“舒芬太尼浓度”（即舒芬太尼的有效浓度）采用改良序贯法滴定获得，单位为 μg/L。“效应”的判定：以心率或平均动脉压变化幅度超过基础状态 15% 定义为应激反应阳性，即“无效”，反之则为“有效”。由于 SPSS 默认的是对频数表格式的资料进行 Probit 回归分析（即需设置一个频数变量），而本例资料中每一条记录表示一个观察对象，故将频数变量设定为 1。

1.2 软件与方法

SPSS 统计软件是非专业统计人员首选的统计软件，其能提供较为常用且成熟的多项数据统计分析功能，包括数据整理、分析统计及数据报表等，是全球知名统计软件之一。SPSS 最显著的特性是用户友好的操作界面以及清晰、直观的输出结果，通过使用 Windows 的窗口方式管理程序，以对话框的形式来实现各种参数的指定，无需手动编写各类程序代码，只要掌握基本的 Windows 操作，了解一些基本的统计知识，就可得到具有专业水平的统计分析结果。

EC_{50} 分析方法：Probit 回归模型属于广义线性模型，包含线性部分、随机部分和连接函数三个组成部分，参数估计采取的是极大似然估计法，拟合优度检验采用 Pearson χ^2 检验进行 [2]。当因变量 Y 为二分类变量即只有“0”或“1”两个结局时，Probit 模型可以解释为因变量 Y 为“1”时的概率是一个关于自变量 X 的函数，即 $P(Y=1)=f(X)$。运用在医学领域可用于描述某种药物对患者是否有效，这时的自变量 X 一般指药物浓度，因变量 Y 则代表二分类结局，即是否有效或是否治愈等。Probit 模型则是药物效果（Y）和药物浓度（X）的函数关系 [3]。应用 SPSS27.0 统计软件中 Probit 模块计算，可以得到该药 EC_{50} 及 95% 有效浓度（95% effective concentration，EC_{95}）。

1.3 数据录入格式

SPSS 中设置的变量有“序号”（该变量为标识变量，为了便于数据管理核查而设置）“效应”“舒芬太尼浓度”“频数”，其中后 3 个变量是必须的。“效应”变量赋值 0 为“无效”，1 为“有效”，输入的数据及格式具体见图 1。

1.4 SPSS 操作步骤

选择主菜单“分析（A）”→“回归（R）”→“概率（P）”，进入“概率分析”对话框。将“效应”选入“响应频率（S）”；将“频数”选入“实测值总数（T）”；将“舒芬太尼浓度”选入“协变量（C）”，“转换（N）”选择“以 10 为底的对数”，然后选择“确定”输出结果，详见图 2。

1.5 EC_{50} 分析验证

应用 GraphPad Prism 软件验证前述 SPSS 计算结果。GraphPad Prism 软件是现行常用的 EC_{50} 计算软件，被广泛应用于药物研发、细胞实验、动物模型等场景 [4]。因此本研究将同样的原始资料也导入该软件进行分析，并与 SPSS 输出结果进行一致性检验，以佐证 SPSS 软件的准确性。

	序号	效应	舒芬太尼浓度	频数
1	1	0	.20	1
2	2	0	.30	1
3	3	1	.40	1
4	4	1	.30	1
5	5	0	.20	1
6	6	1	.30	1
7	7	1	.20	1
8	8	0	.10	1
9	9	0	.20	1
10	10	1	.30	1
11	11	0	.20	1

图 1　数据输入
Figure 1　Data input



图 2　参数选择 - 概率分析
Figure 2　Parameter selection-probability analysis

2　结果

2.1　SPSS 计算结果

SPSS27.0 的主要输出结果见表 1，其中当有效率为 0.500 时对应的浓度值 0.216 即为舒芬太尼的 EC_{50}，有效率为 0.950 对应的浓度值 0.369 即为舒芬太尼的 EC_{95}。

2.2　GraphPad Prism9.5 软件验证结果

如图 3 所示，经 GraphPad Prism9.5 软件计算可知舒芬太尼的 EC_{50} 为 0.2167，一般保留两位小数，与 SPSS 软件输出结果 0.216 误差可忽略不计，可

表 1 不同有效率时舒芬太尼的有效浓度及置信区间
Table 1 Sufentanil's effective concentration and confidence interval at different effective rates

有效率	有效浓度	上限	下限
0.010	0.101	0.003	0.146
0.020	0.110	0.004	0.154
⋮	⋮	⋮	⋮
0.400	0.198	0.109	0.238
0.450	0.207	0.131	0.256
0.500	0.216	0.154	0.281
0.550	0.225	0.174	0.320
0.600	0.234	0.191	0.377
⋮	⋮	⋮	⋮
0.930	0.349	0.273	3.077
0.940	0.358	0.277	3.549
0.950	0.369	0.282	4.177
0.960	0.382	0.288	5.060
0.970	0.399	0.296	6.408
0.980	0.422	0.306	8.744
0.990	0.461	0.322	14.411

见两种软件计算所得的 EC_{50} 值是一致的，也进一步验证了 SPSS27.0 计算的准确性。

3 讨论

药物 EC_{50} 有多种计算方法，以往研究者多采用手工计算或绘制剂量 - 效应曲线。其中手工计算中的霍恩氏法（又称平均移动法）利用剂量对数和概率单位呈直线关系而设计 [5]，可根据实验数据直接在坐标纸上描点画出直线，对应半数位置向坐标走做垂线。该方法操作简单，但仅能得出一个粗略的估计值，准确性低，不利于科研人员的数据处理、分析。

随着信息技术的发展，通过程序的开发编写，各类专业的统计分析软件将临床研究人员从复杂的手工计算中解放出来。其中较为常用的软件包括 SPSS、GraphPad Prism、DPS、EXCEL 及 SAS 等。GraphPad Prism 是计算药物 EC_{50} 最常用的软件之一，其特点为绘图功能较为强大。DPS 软件在概率分析操作以及结果输出方面较之 SPSS27.0 逊色，主要缺陷在于无法一次同时输出 0.01 ～ 0.99 有效率的浓度，需要在对话框中输入待求的浓度效应指标，也无法输出对数单位与概率单位的关系曲线 [6]。此外，张志祥等 [7] 曾介绍用 EXCEL 软件计算毒力回归问题的方法，但是编制程序均较复杂，尤其首次操作极为繁琐，容易出错。SAS 作为大型专业统计软件 [8]，虽然也能提供概率分析方法统计功能，但由于其核心操作是由 SAS 语言驱动，需要编程实现，对没有基础的医学研究者而言较难掌握、不便使用。

本研究显示，运用 SPSS27.0 软件中 Probit 回归分析计算舒芬太尼的 EC_{50}，能够直接在视窗系统里完成数据输入，无需进行表格查询和编程操作，简单一步即可得到参数估计值、假设检验结果、浓度观测值和期望值、回归方程、以及 EC_{50} 值及其 95% 置信区间。与之相对，GraphPad Prism9.5 需要在分析前进行较为繁琐的数据处理，将临床收集得到的药物浓度转化为对数形式，同时要求提前计算出每种浓度对应的有效率，进而才能导入软件分析。可见 SPSS27.0 提供的一站式运算，直接利用原始数据录入系统即可分析，操作更为便捷。此外，各种统计参数和图形都可以直接进行打印和编辑，用户可以将其以“文本”或“图片”的形式分别粘贴到“Word”和“Power Point”等办公软件中。这不仅能为科研文章的撰写、学术交流及临床研究提供极大的便利，同时也有助于推进非临床研究质量管理规范的网络化管理 [9]。

SPSS 软件兼具界面友好和功能强大的优势，长期以来与 SAS 及 R 软件等并居国际公认的专业统计分析软件。自 1968 年问世以来，SPSS 软件积累了广泛的应用基础，在医学、社会科学、教育及商业等领域都是研究人员的首选工具，其可靠性、权威性使其格外受到初学者及非专业统计人员的青睐。

SPSS 软件还具有步骤简单、操作快捷的特点。通过本研究中舒芬太尼 EC_{50} 的计算案例不难发现，

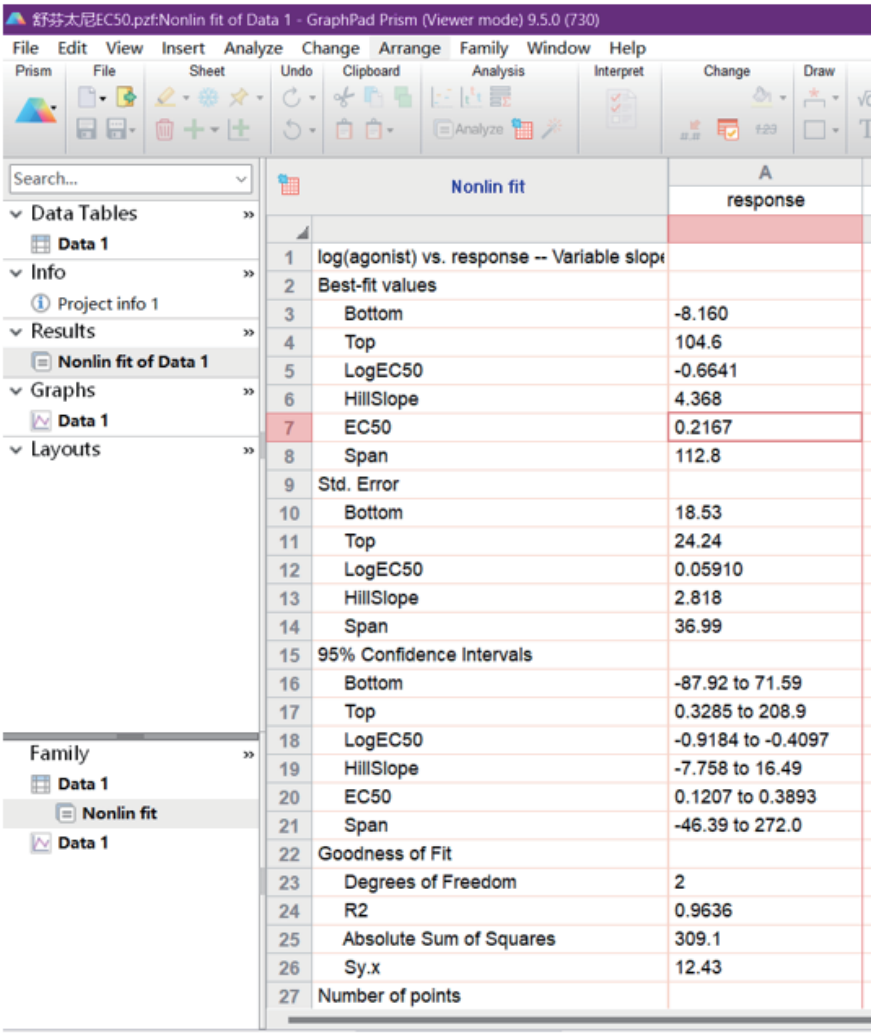


图 3　GraphPad Prism9.5 计算所得 EC_{50}

Figure 3　EC_{50} calculated by GraphPad Prism9.5

使用 SPSS27.0 软件中的 Probit 回归分析方法，数据录入格式简洁、涉及变量少；步骤简洁、操作简单不易出错，易于上手。SPSS 软件主要通过图形菜单驱动，用户只需掌握一定的 Windows 操作技能和统计分析原理即可熟练使用，这得益于 SPSS 拥有与 Windows 风格类似的经典界面 [10]，还可在数据录入与变量管理之间自由切换，因此仅需学习 SPSS27.0 软件中的 Probit 回归分析方法后，药物 EC_{50} 的计算分析过程便可在短时间内快速完成。

SPSS 软件计算结果准确性高。在本研究计算舒芬太尼 EC_{50} 的过程中，SPSS 软件直接输出常用概率对应的有效浓度，用户可根据研究目的选择 1% ～ 99% 中任一有效率的浓度数值进行比较分析。SPSS 尤其适用于无编程基础的用户，软件无需复杂的编程语言便能提供美观、详细且直观地输出结果。清晰明了的输出结果同时也有助于降低用户的解读成本，提高统计分析效率，可为非统计专业医药领域研究人员的数据处理与分析提供可靠、便捷

的良好选择。

4 结论

SPSS27.0 软件是一个容易学习掌握、使用率高的专业统计软件，在药效研究方面，是药物 EC_{50} 的理想计算工具之一。

参考文献：

[1] 常菊花, 何月平. 基于农药毒力计算的6个统计分析软件比较[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(3): 746-748.

[2] 刘理, 安胜利, 唐四元. 医学统计学[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2021: 11.

[3] 丁文康. 基于probit模型探索瑞马唑仑在小儿诱导的半最大效应浓度EC_{50}[D]. 长沙: 中南大学, 2022.

[4] 于童, 白喜云, 解晓晶, 等. 应用GraphPad Prism 5.0软件计算药物的EC_{50}[J]. 药学进展, 2012, 36(4): 180-183.

[5] 陈斌, 郑宇. 基于Probit回归法的生防菌毒力测定分析[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(20): 78-80.

[6] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 188-1951.

[7] 张志祥, 徐汉虹, 程东美. EXCEL在毒力回归计算中的应用[J]. 昆虫知识, 2002, 39(1): 67-70.

[8] 杨海智, 马海霞, 杨信东. 国内关于半数致死量及类似生物效应指标测算方法研究进展[J]. 国外医药(抗生素分册), 2012, 33(2): 62-66.

[9] 汪政红, 叶小青. SPSS软件在非参数统计课程教学中的应用[J]. 九江职业技术学院学报, 2018, (4): 33-34.

[10] 张一敏. SPSS软件在《概率论与数理统计》教学中的应用探索[J]. 高等数学研究, 2023, 26(5): 57-59.

(编辑：王 佳)

(上接第400页)

[25] LI C, MENON R, WALLES M, *et al*. Risk-based pharmacokinetic and drug-drug interaction characterization of antibody-drug conjugates in oncology clinical development: an international consortium for innovation and quality in pharmaceutical development perspective[J]. Clin Pharmacol Ther, 2022, 112(4): 754-769.

[26] JIANG Y, ZHANG C, ZHENG X, *et al*. Simultaneously screening multiple UGT1A1 inhibitors from Polygonum multiflorum root using ultrafiltration LC-MS[J]. Biomed Chromatogr. 2022, 36(4): e5300.

[27] LV X, XIA Y, FINEL M, *et al*. Recent progress and challenges in screening and characterization of UGT1A1 inhibitors[J]. Acta Pharm Sin B, 2019, 9(2): 258-278.

[28] LIU XY, LV X, WANG P, *et al*. Inhibition of UGT1A1 by natural and synthetic flavonoids[J]. Int J Biol Macromo, 2019, 126: 653-661.

(编辑：沈佳婕)