

## RayStation计划系统基于脚本导出剂量学指标的方法

李宁山<sup>1</sup>, 陈亚正<sup>2</sup>, 廖雄飞<sup>2</sup>

1. 北京市康利达经贸公司, 北京 100097; 2. 四川省肿瘤医院, 四川 成都 610041

**【摘要】目的:**探索应用RayStation治疗计划系统脚本快速导出自定义剂量学统计指标的方法。**方法:**在RayStation 4.5治疗计划系统中,应用IronPython语言编辑脚本,利用判断语句判断器官类别,并据此分别读取或计算相应的剂量学统计指标数值,结合使用.NET框架,输出至Excel软件。**结果:**运行脚本后,在Excel中得到的靶区和危及器官的剂量学统计指标与手动从剂量体积直方图中获取的数值一致。**结论:**本方法摒弃了频繁手动读取剂量体积直方图上剂量学统计指标的操作,并实现了与Excel软件的交互,为临床及科研工作中统计分析病例剂量学参数提供便利,提高工作效率。

**【关键词】**RayStation; 治疗计划系统; 剂量学指标; 脚本; IronPython

**【中图分类号】**R730.55

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2016)04-0385-04

### Exporting dose statistical indicators by using scripting in RayStation planning system

LI Ning-shan<sup>1</sup>, CHEN Ya-zheng<sup>2</sup>, LIAO Xiong-fei<sup>2</sup>

1. Beijing Conley of Economic and Trade Company, Beijing 100097, China; 2. Sichuan Cancer Hospital, Chengdu 610041, China

**Abstract: Objective** To explore a method for conveniently exporting the custom dose statistical indicators by using the scripting in RayStation treatment planning system. **Methods** Scripting was edited with IronPython in RayStation 4.5 treatment planning system. The category of organs was firstly distinguished by using judgment statement, and the corresponding dose statistical indicators were directly read or calculated. Combined with the .NET framework, these values were exported to Excel software. **Results** After running scripting, the values of dose statistical indicators of target volumes and organs at risk in Excel were identical with those manually obtained from dose-volume histogram. **Conclusion** Without repeatedly manual operations of reading dose statistical indicators from dose-volume histogram, the proposed method achieves the interaction with Excel, and provides convenience for statistically analyzing the dose parameters of cases in clinical and research, improving the work efficiency.

**Key words:** RayStation; treatment planning system; dose indicator; scripting; IronPython

### 前言

RayStation是一款由瑞典Raysearch公司研发的治疗计划系统,它除具备靶区勾画、计划设计、计划评估等常规功能外,还提供形变配准、多目标优化<sup>[1]</sup>和后备计划<sup>[2]</sup>等高级功能。RayStation还能实现脚本录制和播放功能,目前已有用户对RayStation的脚本功能进行了探索性研究<sup>[3,4]</sup>。鉴于录制的脚本移植性差<sup>[5]</sup>,用户可自定义脚本来扩展RayStation的功能,并能实现一些其软

件本身无法实现的功能。在临床工作中,评价一个放射治疗计划除了检查其剂量分布以外,剂量体积直方图(Dose-Volume Histogram, DVH)也是一个重要的工具。从DVH中,可以直接获取靶区和危及器官的各项特定的剂量学统计指标,如D<sub>2</sub>(2%的体积接受的剂量)、V<sub>20</sub>(接受20 Gy剂量的体积百分比)等;而针对一些特殊的统计指标,如均匀性指数(Homogeneity Index, HI)和适形性指数(Conformity Index, CI)不能直接在计划系统中获取,需手动计算得出。本研究旨在运用RayStation计划系统的脚本功能,将临床上需要的剂量学统计指标一次性全部输出,为临床及科研工作提供便利。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

本研究使用RayStation 4.5版本(Raysearch Lab-

**【收稿日期】**2016-01-20

**【基金项目】**四川省青年基金项目(2015JQ0053)

**【作者简介】**李宁山(1987-),男,硕士研究生,工程师,研究方向:生物医学工程, Tel: 18665039690, E-mail: hill103@foxmail.com。

**【通信作者】**廖雄飞(1982-),男,硕士研究生,助理研究员,研究方向:医学物理, Tel:028-85420751, E-mail: fybre@163.com。

oratories AB, Stockholm, Sweden) 和 Microsoft Office Word 2007 (Microsoft, Redmond, USA), 以及 IronPython v2.7.1 编程语言 (Python Software Foundation) 和 .NET Framework 4.5.2 框架 (Microsoft, Redmond, USA)。随机选择 1 例带有两个计划的腮腺癌病例作为测试病例。

Pinnacle 治疗计划系统也提供脚本功能<sup>[6-8]</sup>, 而 RayStation 的脚本功能则更为强大。采用 IronPython 这种开源的高级编程语言, 不仅能使用列表、元组、字典、数列等多种数据结构, 还能使用判断语句、循环语句来实现面向过程编程。此外还支持面向对象编程, 甚至支持科学计算。利用脚本功能, 可以直接读取感兴趣区域 (Region Of Interest, ROI) 的相关剂量学统计指标, 并可自定义公式对无法直接读取的统计学指标进行计算。考虑到后续统计工作的便利性, 结合使用 .NET 框架, 将 Excel 软件作为 clr 对象引入到脚本中, 从而实现 RayStation 和 Excel 的交互, 将全部剂量学统计指标一次性输出至 Excel。

## 1.2 方法

整个脚本的流程图如图 1 所示。

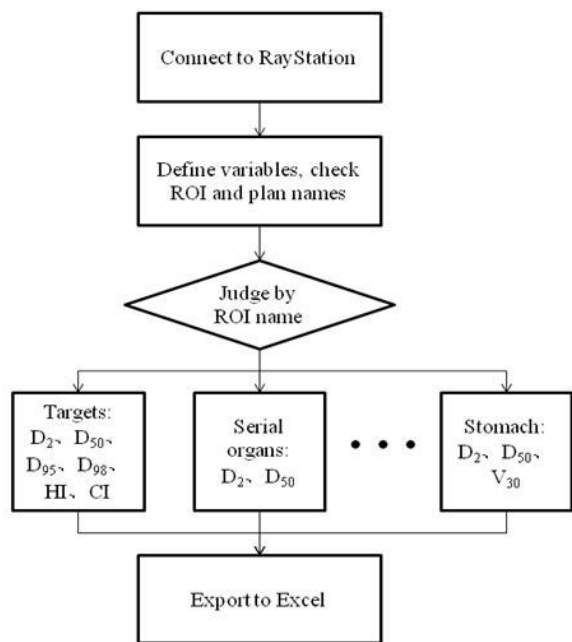


图1 脚本程序的流程图

Fig.1 Flow chart of scripting

**1.2.1 IronPython和RayStation的连接** 在 RayStation 的 Scripting 选项卡中, 导入自定义脚本文件 (扩展名为 py) 后直接运行即可。在脚本首行添加语句 “from connect import \*”, 便可实现 IronPython 与 RayStation 的连接, 进而可在 IronPython 中定义变量来访问 RayStation 当前打开病例, 以及该病例的 ROI、计划和剂量。

## 1.2.2 预先定义存储计划名、ROI 名的列表及表示处方

**剂量的变量** 在脚本中, 用列表 plans 存储需进行统计的计划名称。因为靶区、并行器官和串行器官所关注的剂量学统计指标不一样, 所以存储 ROI 名称的列表分为 3 个。用列表 targets 存储应被视为靶区的 ROI 名称, 列表 serialOARs 存储应被视为串行器官的 ROI 名称, 列表 parallelOARs 存储应被视为并行器官的 ROI 名称。用变量 prescription 表示处方剂量, 单位为 cGy。列表中存储的计划名和 ROI 名必须与 RayStation 中该病例一致 (字母区分大小写)。为提高效率, serialOARs 和 parallelOARs 中预先定义了包括头部、胸部、腹部等部位的常见器官名称。

**1.2.3 检查列表中的名称是否存在** 如果列表中存在实际病例中不存在的名称, 则在运行脚本访问相应对象时系统会报错提示 “找不到该对象”, 因此为消除误输入和预定义的多余器官名称的影响, 要对 4 个列表中的所有名称逐一检查。用列表 planlist 和 roilist 分别存储该病例中的所有计划名称和 ROI 名称, 然后检查 4 个列表中的每一个名称是否存在 planlist 或者 roilist 列表中。如果该名称不存在, 则将该名称从对应的列表中删除。因为是同时进行列表的遍历和元素的删除操作, 为避免出现错误采用倒序遍历列表。

**1.2.4 确定 ROI 剂量学统计指标** 对于靶区, 所关注的剂量学统计指标包括  $D_2$ 、 $D_{50}$ 、 $D_{95}$ 、 $D_{98}$ 、HI 和 CI。HI 采用 ICRU83 号报告推荐的公式计算<sup>[9]</sup>。

$$HI = \frac{D_2 - D_{98}}{D_{50}} \quad (1)$$

其中,  $D_2$ 、 $D_{50}$ 、 $D_{98}$  分别指靶区 2%、50%、98% 体积接受的剂量。HI 取值范围为 0~1, 数值越接近 0, 表明靶区的均匀性越好。CI 采用 Van't Riet<sup>[10]</sup> 提出的 Conformation Number (CN) 公式:

$$CN = \frac{TV_{RI}}{TV} \times \frac{TV_{RI}}{V_{RI}} \quad (2)$$

其中 TV 指靶区的总体积,  $V_{RI}$  指参考剂量的等剂量面包绕的所有体积,  $TV_{RI}$  指参考剂量的等剂量面包绕的靶区体积。CI 取值范围为 0~1, 数值越接近 1, 表明靶区的适形性越好。

对于串行器官, 因为器官接受的最大剂量更需关注, 因此剂量学统计指标包括  $D_2$  和  $D_{50}$ 。对于并行器官, 因为不同的并行器官关注的剂量学统计指标不一样, 因此先通过判断语句来判断器官的名称。具体情形包括: 腮腺和肝脏关注  $D_{50}$  和  $V_{30}$ , 甲状腺关注  $D_{50}$ 、 $V_{40}$  和  $V_{50}$ , 肺关注  $D_{50}$ 、平均剂量、 $V_5$  和  $V_{20}$ , 心脏关注  $D_{50}$ 、 $V_{30}$  和  $V_{40}$ , 肱骨头、股骨头、膀胱、直肠、结肠、

小肠关注  $D_2$ 、 $D_{50}$  和  $V_{50}$ , 肾脏关注  $D_{50}$  和  $V_{20}$ , 胃关注  $D_2$ 、 $D_{50}$  和  $V_{30}$ , 其余的并行器官(如眼球、下颌骨等)关注  $D_2$  和  $D_{50}$ 。以上的剂量学统计指标仅供参考, 不同的临床单位可根据各自的需求更改。

**1.2.5 获取剂量学统计指标** RayStation脚本中内置了两个函数可以实现剂量学统计指标的直接读取功能。一个是 `GetDoseAtRelativeVolumes`, 其输入参数为ROI名称和相对体积百分数, 返回该ROI指定百分数体积所接受的剂量; 另一个是 `GetRelativeVolumeAtDoseValues`, 其输入参数为ROI名称和剂量(cGy), 返回指定剂量的等剂量面覆盖该ROI的体积百分比。靶区的HI和CI则按上述公式编程计算得到。

对于每一个ROI, 在脚本中都建立一个有序字典来存储对应的剂量学统计指标及其数值。因为字典的遍历输出是随机的, 故应用有序字典这种数据结构来保证在输出至Excel时具有同样的顺序。

**1.2.6 输出至Excel** 利用以下语句可以将Excel作为clr对象引入到脚本程序中:

```
import clr
clr.AddReference('Microsoft.Office.Interop.Excel')
```

```
from Microsoft.Office.Interop import Excel
```

而通过脚本打开Excel, 并新建工作簿和工作表可通过以下语句实现:

```
excel=Excel.ApplicationClass()
workbook=excel.Workbooks.Add()
worksheet=workbook.Worksheets.Add()
```

工作表中单元格的访问采用 `worksheet.Cells(x, y)` 实现,  $x$  代表行,  $y$  代表列。注意  $x$  和  $y$  都是从1开始, 而IronPython的数据结构的指针是从0开始。如 `worksheet.Cells(1,1)` 表示第1行1列的单元格, 而对该单元格的写入操作可通过对 `worksheet.Cells(1,1)`.

Value的赋值来实现。

考虑到后续统计的便利性, 工作表从第二行起每一个行代表一个病例, 第一列为从RayStation中读取的患者姓名; 从第二列起依次是各种剂量学统计指标, 第一行为剂量学统计指标的名称, 采用“计划名\_ROI名\_统计指标名”的格式命名, 如“plan1\_Brain Stem\_  $D_2$ ”表示计划plan1中脑干的  $D_2$  剂量(2%的体积接受的剂量)。

## 2 结果

在RayStation中运行脚本后, 如图2所示。Excel软件会被自动打开, 其中记录有该病例的一系列剂量学统计指标, 然后用户可自行保存该工作簿。经过测试, 记录的剂量学统计指标数值与手动从DVH中获取的数值一致, 并且对于同一病例重复运行脚本, 每次运行系统都会打开新的Excel进程, 其中记录的剂量学统计指标在所有Excel中的列的顺序是一致的。因此对于同一肿瘤部位定义了相同ROI的患者群, 可以直接复制整个行, 然后将该病例添加至某一个Excel工作表中。

在运行本脚本之前, 只需修改下预定义的计划名称即可。ROI名称和关注的剂量学统计指标可以根据各临床单位的需求自行定义, HI和CI的计算也可以采用其它的公式, 输出至Excel的格式也可以根据个人喜好重新定义, 这也反映出脚本功能提供了强大的自由性。

## 3 结论

RayStation治疗计划系统提供了基于IronPython语言的强大脚本功能。本研究提出了一种基于该脚本功能的快速剂量学统计指标导出方法, 可一次性

Parotid: 300	Plan1_PTV_D2	Plan1_PTV_D50	Plan1_PTV_V50	Plan1_PTV_HI	Plan1_PTV_CI	Plan1_Brain Stem_D2	Plan1_Brain Stem_D50	Plan1_Brain Stem_V50	Plan1_Parotid_D2	Plan1_Parotid_D50	Plan1_Parotid_V50	Plan1_Larynx_D2	Plan1_Larynx_D50	Plan1_Larynx_V50
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

图2 脚本运行结果

Fig.2 Outcome of scripting



将全部剂量学统计指标以统一的格式输出至 Excel。该方法与传统的频繁手动读取 DVH 上剂量学统计指标的方法相比,不仅提高工作效率,还能计算输出不能直接从 DVH 中获取的靶区 HI 和 CI,为临床及科研工作中统计分析病例剂量学参数提供便利。

RayStation 的脚本功能提供了强大的自由性,用户可以自定义脚本来实现所需的功能。通过将重复性或繁琐的操作流程脚本化,可减少错误发生率,提高工作效率。同时脚本还提供了接口以实现其他软件(如 Word、Excel 等)与 RayStation 的交互,甚至通过脚本还能实现一些 RayStation 目前尚未集成的功能。通过脚本这个强大的工具, RayStation 功能得到了极大的扩展。虽然脚本功能十分强大,在临床使用时仍需谨慎,建议多次检查脚本及结果,以免出现意外错误。

## 【参考文献】

- [1] 商海焦, 罗汉文, 梁志文, 等. 多目标优化方法在鼻咽癌临床中的剂量学研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2014, 31(2): 4744-4747.  
SHANG H J, LUO H W, LIANG Z W, et al. Dosimetry study of multicriterion optimization algorithm for the nasopharyngeal carcinoma radiotherapy [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2014, 31(2): 4744-4747.
- [2] 黄良, 商海焦, 傅益谋, 等. 后备 SMLC 计划在鼻咽癌中的临床应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2015, 32(2): 286-289.  
HUANG L, SHANG H J, FU Y M, et al. Clinical application of fallback SMLC planning in nasopharynx cancer [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2015, 32(2): 286-289.
- [3] 张建英, 孙菁, 王芸. RayStation 治疗计划系统脚本的初步应用[J]. 中国医疗器械杂志, 2013, 37(4): 297-300.  
ZHANG J Y, SUN J, WANG Y. Preliminary application of scripting in RayStation TPS system [J]. Chinese Journal of Medical Instrumentation, 2013, 37(4): 297-300.
- [4] 张建英, 孙菁, 王芸. RayStation 治疗计划系统脚本的进阶应用[J]. 中国医疗器械杂志, 2014, 38(6): 463-465.  
ZHANG J Y, SUN J, WANG Y. Discussion to the advanced application of scripting in RayStation TPS system [J]. Chinese Journal of Medical Instrumentation, 2014, 38(6): 463-465.
- [5] RaySearch Laboratories AB. RayStation 4.7 scripting guideline [M]. 2014.
- [6] 张建英. Pinnacle 计划系统脚本应用方法的探讨[J]. 中国医学物理学杂志, 2009, 26(5): 1391-1394.  
ZHANG J Y. A discussion to the advanced application of scripting in Pinnacle TPS system [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2009, 26(5): 1391-1394.
- [7] 陈维军, 狄小云, 王彬冰, 等. Pinnacle 计划系统脚本在调强放疗计划中的应用研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2010, 27(3): 1858-1861.  
CHEN W J, DI X Y, WANG B B, et al. Application of scripting in Pinnacle TPS for IMRT planning [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2010, 27(3): 1858-1961.
- [8] 朱健, 李宝生, 舒华忠, 等. 一种从 Pinnacle 放疗计划系统中导出并重建剂量体积直方图的方法[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2014, 23(1): 34-35.  
ZHU J, LI B S, SHU H Z, et al. A method to export and reconstruct dose volume histogram in Pinnacle [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2014, 23(1): 34-35.
- [9] ICRU. Prescribing, recording, and reporting intensity-modulated photon-beam therapy (IMRT)(ICRU Report 83)[J]. Journal of the ICRU, 2010, 10(1): 1-106.
- [10] VANT RIET A, MAK A C, MOERLAND M A, et al. A conformation number to quantify the degree of conformality in brachytherapy and external beam irradiation: application to the prostate[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1997, 37: 731-736.

(编辑:薛泽玲)