

河南省儿童医院郑州儿童医院医师临床模拟教学智能化教具设备项目

技术参数

第一、腹腔镜超仿真虚拟训练设备

系统具备专业的力反馈机构，逼真地演绎了腹腔镜手术操作的全过程，能够模拟真实手术器械的操作手感、手术流程及病人情况。通过一个完善的管理员后台实现对使用者及其课程的追踪和技能评价。可以根据不同的培训需要创建不同的小组和用户。

产品特点：

人体工程学设计的操作台，可根据操作者的身高和舒适度调节操作台的高度及旋转角度。

全球最优秀的触觉力回馈，带给受训者逼真的临床体验，不同密度的组织拥有不同的张力，器械相碰时会产生金属碰撞的手感。

组织会对不同的器械的操作效果做出真实的反应，冲洗或抽吸操作时，积存的虚拟液体实时变化。

手术过程会产生并发症，锻炼受训者的处理紧急情况的应变能力。

管理员后台完全开放，全中文界面。

一. 产品概述

1. ★人体工学设计的操作台，可以改变操作体位。
2. ★可以一个人来完成腹腔镜手术训练，不限制手术操作步骤、顺序。
3. ★触觉力回馈技术-模拟各种器械，完成系统中涉及到的各种操作；触碰不同组织感觉不同。
4. 管理员可以为各个受训者开设练习账户。
5. 管理系统支持建立编辑培训课程。
6. 可以进行腹腔镜手术的基础操作。
7. 每种训练都不少于三种不同的难度级别。
8. 腹腔镜镜头可以调节。
9. 可以进行粘连松解术、肠管探查术、缝合等操作。
10. 在粘连松解术中用户可以通过腹腔镜设备感受到组织间的粘连，同时可以选择不同的器械松解粘连，使用不同的器械将产生不同的操作结果。

胆囊切除术

11. ★腹腔镜镜头可以变化调节。

12. ★包含不少于 5 个具有真实病人资料的典型病例（包含不同年龄性别和临床表现），并由真实病人资料三维重建解剖结构。

13. 可进行完整的胆囊切除术，包括寻找解剖结构、止血钳钝性分离粘连部分和组织、胆囊周围血管的结扎、剪切、有出血时可用电凝止血、吸引器抽吸腹腔内血液等操作。

阑尾切除术

14. ★腹腔镜镜头至少有三个角度的调节变化。

15. ★包含至少 5 个具有真实病人资料的典型病例（包含不同年龄性别和临床表现），并由真实病人资料三维重建解剖结构；

16. 能够模拟阑尾切除术的关键步骤，如分离钳游离阑尾、可吸收夹夹闭阑尾系膜动脉后以电钩切断、游离阑尾系膜至阑尾根部、圈套器套扎阑尾根部、取出切除阑尾，进行完整的阑尾切除术。

17. ★阑尾切除术手术病例，提供至少 3 种阑尾系膜的处理方法，且每种处理方法根据病例的不同，手术的效果也有不同。

妇产科手术训练

18. 可以进行双侧输卵管结扎、异位妊娠手术、附件切除术的模拟训练。

19. 包含不少于 20 个病例资料。

20. 在操作过程中，可练习准确的夹闭输卵管、剥离异位妊娠的孕卵、切除病变的输卵管、附件的切除术等手术操作。

21. 操作不当会造成出血，尤其在异位妊娠时可能会造成危及生命的大出血。

基础技能训练：

腹腔镜镜头训练；

小物体夹持训练；

剪切训练；

钛夹使用训练；

缝合训练；

打结训练；

每种训练都包括三种不同的难度级别，有利于循序渐进的学习，当通过一个级别，自动进入下一个级别的练习；

腹腔镜镜头可以有 0、30、45 度三个角度的变化调节，寻找目标并在动态环境下控制焦点；

通过简单的小游戏，培养手眼协调、抓取、持物和传递的技能；

练习的技能包括：手眼的协调能力、镜头的控制、抓取、持物、传递、精确的剪切、结扎和剪断血管、缝合、打结等。

二、手术技能训练：

粘连松解术。

三、肠管探查术

缝合打结：单纯简单缝合、连续缝合、水平褥式缝合、套扎；

在粘连松解术中用户可以通过腹腔镜设备感受到组织间的粘连，同时可以选择不同的器械松解粘连：凭借不同的病变和使用者技术水平选择用剪刀剪开或用电力烧灼，不同的器械将产生不同的操作结果；

肠管探查术模块中可以真实体会到肠管的蠕动和灵活性，需要敏捷准确的抓住肠管，动作轻柔以免造成损伤。

真实地反映不当操作对组织所造成的伤害，如伤害到组织会引起出血、烧灼会导致苍白等；

每种训练都包括三种不同的难度级别；

缝合打结模块中初级训练模式下，屏幕上会显示每步进行的提示，同时探测到打结时缠绕在持针器上的圈数；

可进行多种缝合手法的练习，可以在限定空间的立方体上练习从一个面穿针到另一个面，也可以在限定空间的平面上练习打结，还可以在模拟的肠管上进行缝合练习；

在肠管缝合时可以真实体会到肠管的蠕动和灵活性。

四、胆囊切除术

★腹腔镜镜头可以有 0、30、45 度三个角度的变化调节；

★包含不少于 8 个具有真实病人资料的典型病例（包含不同年龄性别和临床表现），并由真实病人资料三维重建解剖结构；

此程序精确的模拟胆囊切除的关键步骤：Calot 三角的解剖、胆管的确认和血管的分离；

可进行完整的胆囊切除术：寻找解剖结构、止血钳钝性分离粘连部分和组织、胆囊周围血管的结扎、剪切、有出血时可用电凝止血、吸引器抽吸腹腔内血液等各种操作；

★如胆囊切除术手术病例，至少应当有正常胆囊简单病例及胆囊三角变异，胆囊中因有大块胆结石所以必须手术的中等难度病例，肝脏与胆囊都发生颜色形态改变，胆囊三角发生严重变异的高难度的复杂病例等。

五、妇科训练：

双侧输卵管结扎

异位妊娠手术

附件切除术

包含 24 个病例资料；

真实再现了盆腔的解剖结构；训练包括三种不同的难度级别；

在操作过程中，可练习准确的夹闭输卵管、剥离异位妊娠的孕卵、切除病变的输卵管、附件的切除术等手术操作；

操作不当会造成出血，尤其在异位妊娠时可能会造成危及生命的大出血。

六、阑尾切除术

★1. 腹腔镜镜头可以有 0、30、45 度三个角度的变化调节

★2. 包含不少于 8 个具有真实病人资料的典型病例（包含不同年龄性别和临床表现），并由真实病人资料三维重建解剖结构；

3. 此程序精确的模拟阑尾切除术的关键步骤：分离钳游离阑尾、可吸收夹夹闭阑尾系膜动脉后以电钩切断、游离阑尾系膜至阑尾根部、圈套器套扎阑尾根部、取出切除阑尾，进行完整的阑尾切除术；

★4. 阑尾切除术手术病例，提供 3 种阑尾系膜的处理方法，且每种处理方法根据病例的不同，手术的效果也有不同；

七、配套示教与反示教系统

1. 具有不低于 1/2.8 英寸 CMOS 传感器，有效像素不低于 400 万；

2. 支持不低于 10 倍光学变倍能力；

3. 相机配置 ND 滤镜，在频闪无影灯下图像不会出现敏感条纹失真；

4. 图像输出支持 1920*1080P@60fps、1920*1080P@30fps、1920*1080P@50fps、1920*1080P@25fps、1920*1080I@60fps、1920*1080I@50fps、1280*720P@60fps、1280*720P@50fps 等多种输出格式；

5. 需支持机身按键面板、遥控器、RS485 对相机进行辅助控制；支持通过机身电源按键进行开关机控制；

6. 机身按键需支持镜头变倍、聚焦、锁屏、模式切换、菜单显示、电源开关等一键操作；

7. 需支持在额定供电电压的±25%的范围内正常工作，且应具有正负反接保护功能；

8. 需具备不少于 1 个 10M/100M 自适应 RJ45 网络接口,1 个 3G-SDI 信号接口,1 个 RS485 接口;

9. 支持 H. 265、H. 264、MJPEG 视频编码格式;

10. 需支持手动聚焦/半自动聚焦和自动聚焦等聚焦模式;

11. 摄像机需支持在距离物体 100mm 处, 图像聚焦清晰;

12. 需要支持画面冻结功能, 并通过机身按键面板和遥控器完成一键控制;

13. 需支持普通模式、常亮无影灯、频闪无影灯等场景模式切换;

14. 需支持自动曝光、光圈优先、快门优先、手动曝光等曝光模式

15. ★需符合医用电气设备安全标准 (IEC60601-1) 和医用电气电磁兼容标准 (IEC60601-1-2), 提供认证证书复印件;

16. 具有不低于 1/2.8 英寸 CMOS 传感器, 有效像素不低于 400 万;

17. ★支持不低于 23 倍光学变倍, 16 倍数字变倍;

18. 最低照度成像: 彩色 0.05Lux/F1.6, 黑白 0.01Lux/F1.6;

19. 需支持内置 Micro SD 卡插槽, 支持 Micro SD 卡存储;

20. 需支持 120dB 超宽动态、支持强光抑制、电子防抖等;

21. 接口需要具备 1 路音频输入、1 路音频输出、1 路报警输入、1 路报警输出、1 路 HDMI 视频输出接口、1 路 3G-SDI 视频输出接口、1 个 RS485 接口、一个 RS232 接口、一个 10M/100M 自适应 RJ45 网络接口;

22. 图像输出支持 1920*1080P@60fps、1920*1080P@30fps、1920*1080P@50fps、1920*1080P@25fps、1920*1080I@60fps、1920*1080I@50fps、1280*720P@60fps、1280*720P@50fps 等多种输出格式;

23. 云台转动范围: 垂直旋转不小于-30° ~90°; 水平旋转不小于 0° ~350°;

24. 需支持在额定供电电压的±25%的范围内正常工作;

25. 需支持多码流输出, 包含主码流、子码流和第三码流, 每路码流可独立配置分辨率及帧率; 25. 需支持 H. 265、H. 264、MJPEG 视频编码格式, 且 H. 264 有 Baseline/Main/High Profile 编码能力, 具有开启/关闭 Smart264 或 Smart265 功能;

26. ★需支持 MP2L2、G. 711ulaw、G. 711alaw、G. 726、G. 722. 1、AAC 及 PCM 音频编码格式;

27. 输出的图像中可叠加文字和符号信息, 字符需包括通道名称、时间、预置点信息、坐标信息、镜头倍数等信息; 28. 需至少支持 24 块多边形区域隐私遮蔽, 遮盖区域支持多种

颜色可选；

28. 需具备背光补偿、宽动态、强光抑制功能；

29. 应具备自动镜像的功能；

30. 应具备至少 300 个预置点，支持存预置位和调预置位功能；34. 需按照所设置的预置位完成至少 8 条巡航路径，每条巡航至少可设置 32 个预置点；35. 需支持遥控器控制；

31. ★视频输入输出：具备 4 路 1080P/60 帧高清视频信号的接入，支持 1080P、1080I、720P、D1 分辨率视频自适应输入输出。支持 4K（3840*2160）分辨率的图像输出；

32. ★本机显示：至少具有一个不小于 5 英寸 720P 彩色 LCD 液晶屏，用于图像和菜单操作显示；

33. ★视频输入接口：至少具备 DVI、SDI、VGA、CVBS、HDMI、S-VIDEO 六种类型视频输入接口；

34. 视频输出接口：至少具备 VGA、HDMI 2 种类型视频输出接口；

35. 视频环通（LOOP）输出：至少具备 2 路 DVI、2 路 SDI、1 路 HDMI、1 路 CVBS、1 路 S-VIDEO 的硬环通输出接口；

36. 音频接口：至少具备 3 路音频输入接口，1 路音频输出接口；

37. ★控制接口：至少具备 2 个 RS485 接口，1 个 RS232 接口，2 个脚踏板接口；

38. USB 接口：支持不少于 5 个 USB 接口，并支持 USB3.0 接口；

39. 网络接口：支持不少于 1 个支持 10M/100M/1000M 自适应 RJ45 网口；

40. ★脚踏板接入：支持脚踏板开关接入，能够控制主机录像、抓图；

41. ★机身面板控制：支持机身按键进行菜单控制、一键录像、一键抓图等功能；

42. 需支持遥控器控制操作方式；

43. 视频编码：具备 H.264、H.265 编码格式，编码分辨率从 1920*1080P、1280*720、960*576、640*480、352*288 可选择设置，码率从 32Kbps~20Mbps 可调；

44. 音频编码：支持 AAC、G711ulaw, G711alaw、G722；

45. 混音功能：需本机具备混音、回声消除功能；

46. 字符叠加功能：支持图像中叠加文字、数字、符号信息；

47. ★视频遮蔽：支持图像配置遮蔽功能；

48. ★病人配置：具备病人信息配置功能；

49. 存储功能：具备本地硬盘、U 盘、移动硬盘、FTP 等存储方式；

50. 文件存储：支持文件化储存方式，本地硬盘具备录像循环覆盖功能；

51. 拷贝功能：具备 USB 导出录像/图片功能；
52. 录像/图片检索、回放：具备按时间、关键字搜索录像/图片，录像和图片具备回放功能；
53. 录制格式：MP4 格式；
54. 抓图格式：JPEG 格式；
55. ★显示/录制模式：支持全屏、画中画、两画面、三画面、四画面、五画面等多种形式的显示和录制模式；
56. ★符合医用电气设备安全标准（IEC60601-1）、医用电气电磁兼容标准（IEC60601-1-2）和 CCC 认证；
57. 立柱尺寸不小于 101mm（L）*132mm（W）*1132（H）；
58. 立柱穿线孔不小于 $\phi 65\text{mm}$ ；
59. 立柱材质：铝合金，阳极氧化；
60. 工作台尺寸不小于 495mm(L)×5860mm(W)，一体化台面
工作台最大载重：≤15kg
机柜尺寸为不小于 490mm（L）x527mm（W）*600（H），可用空间不小于 7U
机柜材质：厚冷轧钢板
屏幕挂架载重：≤5kg
屏幕挂架调节角度：左右旋转±90°，水平调节±90°，俯仰角度±45°，悬停范围±170mm，可悬停
全景摄像机挂架载重：≤5kg
脚轮类型：万向及双轮全制动静音脚轮*4 个
轮子直径不小于 100mm
轮面宽度不小于 18mm
脚轮宽度不小于 72mm
电源：220VAC±20VAC，50Hz~60Hz，国标品字尾；内置 8 孔机柜 PDU 插排
不少于电源开关：1 个
外置输入接口：DVI-I*2；S-Video(4PIN)*1；BNC(video)*1；BNC(3G-SDI)*1；VGA*1；RJ45*1
工作温度与湿度：-10℃ ~50℃，≤90%RH
尺寸：1950mm*527mm*750mm

61. 吊臂

吊臂水平旋转调节不小于 350° ,

吊臂垂直升降调节范围不小于 $-45^{\circ} \sim +50^{\circ}$

吊臂最大臂展不小于 1800mm

吊臂悬停负重范围不小于 1.5kg-3.5kg

62. 有源音箱 1 台:

有源无源: 有源

功率不低于 6w

频率响应需覆盖: 80Hz ——20kHz

信噪比: 80db

需采用旋钮调节形式

需支持 3.5 毫米音频接口输入方式

63. 两台显示器高清显示器;

大小不低于 24 英寸, 需采用超窄边框全高清显示;

最大分辨率不低于: $1920 \times 1080 @ 60\text{Hz}$

亮度 $\geq 250\text{cd}/\text{m}^2$ (Typical)

对比度不低于: 1000:1 (Typical)

色彩不低于: 16.7M

可视角度必须不低于: 水平 178° , 垂直 178°

需至少支持 HDMI 和 VGA 2 种输入接口:

第二、腹腔镜手术训练分析系统（教师端）

一. 系统功能要求

1. 针对腹腔镜手术基础技能和常用手术器械进行专项训练,并且能够自动生成精确的分析报告、操作视频、历史学习曲线,其中操作报告精确至不同器械和左右操作方向。

2. 系统能够实现多用户操作,操作者可以创建自己的学习账号,如有需要可以进行加密保护,每一次的操作记录会存储在个人数据库内,能够保存至少两年内的操作报告,可以随时浏览历史记录进行操作比对。

3. 导师机具有更多管理员权限:实时观察学生操作图像、分析学生的训练历史、调取学生的历史学习曲线、自主创建训练方案、管理用户账户、管理学生操作评价。

4. 导师能够自主创建训练方案,导入教学视频、针对训练方案中使用的手术器械进行独立的参数阈值设定,系统能够生成与内置病例相同的精确分析报告、操作视频、历史学习曲线。

5. 系统可在单机或联网两种模式下工作,在单机模式下,系统作为独立的操作台进行训练。在联网模式下(即两台至两台以上设备相互关联),导师机的屏幕可以同时观看学生机的操作图像、视频、操作报告、学习曲线,实现同步指导教学。

二. 系统硬件要求

1. 外观简约流畅,采用四脚滑轮底座,无外漏的复杂电源线,无电脑机箱,整体轻便易于移动,并设有轮锁固定。

2. 采用电动升降系统,操作高度可以任意调节,并设有不少于3个默认高度按键,可预先设定操作高度,在每次开始训练时快速调节至恰当位置。

3. 屏幕采用高清触摸式一体机,一键启动操作程序,不需要外接鼠标和键盘即可实现程序控制,既能显示操作界面,又能独立处理、分析、存储操作数据。

4. 可开放式操作平台,打开窗口可以替换操作模块或放置自行准备的训练模块,如:菜籽、动物内脏等,并有专属托盘进行组织固定。操作模块通过不少于21个磁铁连接点牢固粘贴,能够有效防止移动。

5. 操作箱完全阻隔外部光线的进入,消除不必要阴影,能够模拟真实手术情景中的操作条件。并且设置不少于8个5mm口径的器械通道,左侧不少于4个,右侧不少于4个,可以根据操作需要在任意端口插入器械套管,保证全方位训练角度。

6. 手术器械悬挂在系统两侧,为非固定式,其中3把为枪式手柄,1把为V型手柄,包括分离钳、剪刀、抓钳、持针钳。手术过程中需要切换手术器械时,需将手术器械完全拔出,

再进行切换，符合临床实际动作要求。

7. 器械内置传感器，左侧与右侧数据独立采集，分析报告中数据独立显示。显示参数为训练时间、器械在手术视野中的可见性、放入的质量、移动距离、夹闭次数、夹闭速度、移动速度、移动加速度、手部颤抖，对摄像头采集的数据进行全方位补充。

8. 系统配有不少于两个专用器械套管，用于辅助手术器械和摄像头进行数据采集，保证从器械开始放入到取出进行全程监测。

9. 系统具备 1920x1080 全高清摄像头，摄像头满足 360° 全方位旋转，保证手术视野无盲区，进行导航式训练。手柄可旋转和伸缩，并且可以锁定在手术需要位置，摄像头有不少于 3 个不同角度的高亮度照明灯光，保证操作区域没有阴影，符合临床手术条件。

三. 系统软件要求

1. 操作界面：

1.1 设备基于真实操作模块在软件上进行全新升级，操作界面简单，为四格式选项窗口，因此使用方法容易掌握。

1.2 系统程序支持不少于 3 种语言，包含中文，满足国际性的医学实训中心学员训练，以及临床国内外专家进行手术研究。

1.3★系统可在单机或联网两种模式下工作。在单机模式下，操作系统作为独立的操作台进行训练。操作界面仅显示操作窗口。在联机模式下(即两台至两台以上设备相互关联)，导师机的操作界面将会分成数个窗格，用于实时显示学生操作界面和操作报告，窗口数量可根据实际需要选择 1 个、4 个、9 个、16 个，每个窗口可点击放大进行详细观察。

1.4 导师机可以随时调取并查看学生实时或历史操作视频、操作报告、学习曲线，并针对学生操作给予评价。

1.5 在操作过程中，可以将实时操作影像传送至各个学生机上，学生在保证自己窗口不受影响的同时观看到教师操作窗口，使学生能够与导师同步操作。

1.6★从操作器械插入套筒开始，操作窗口的两侧会自动弹出操作器械监测窗口，并实时显示出器械使用情况，当操作参数超出设定阈值时，其参数对应的窗口将变为红色进行报警提醒，并做记录。监测窗口针对手术器械的可见性、放置手术器械的质量、移动距离、移动速度、加速度、手部颤抖、夹闭次数、夹闭速度和训练时间进行数据采集。

2. 训练模块

2.1 系统内置不少于 7 个训练方案，训练技能包括：腹腔镜镜头定位及多角度追踪、夹取、交换、移动、切割、穿线、缝合（包括反手缝合、褥式缝合、弯曲缝合）。每一个训练

方案都包含完整的教学指导，具体有教学图片、教学视频、文字指导、操作所需器械、操作时间。

2.2 系统能够自主录制并创建训练方案，导入教学图片、教学视频、教学文字指导，以及所需仪器设定、操作时间设定，针对训练方案中使用的手术器械进行独立的参数阈值设定。最终根据设定的参数自动生成与内置病例相同的精确的分析报告、操作视频、历史学习曲线。

3. 报告反馈与存储

3.1 系统内置庞大的数据库，可以进行多用户操作，每一位操作者都可以创建自己的账户，并设置密码，每一次操作记录会存储在个人数据库内，导师机也会作为服务器进行报告储存，能够保存至少两年内的操作报告，并且可以随时调取历史操作报告进行数据比对。

3.2★每一次训练结束后，内置的系统编程可自动对已执行的训练进行分析。传感器和摄像头收集的大量数据被转换成容易理解的分析报告。该装置可独立分析左侧和右侧的腹腔镜手术器械，从而对两侧的数据进行比较。

3.3 报告内容主要由 4 部分组成：

3.3.1 第一部分：操作情况总体评价——针对移动距离、夹闭次数、训练时间，进行左右器械的独立评估，以百分比形式体现。此外，还具有详细的移动距离、训练时间、夹闭次数、速度、加速度、夹闭速度、手部颤抖、置入速度、置入平直度进行平均值监测数值。

3.3.2 第二部分：不同器械操作评价——针对总体评价中的详细参数进行更为细致的，针对不同器械进行的评价，以百分比柱状图体现。

3.3.3 第三部分：左侧、右侧器械使用评价——针对总体评价中的详细参数进行左侧与右侧使用情况的独立评价，以百分比柱状图体现。

3.3.4 第四部分：器械逐项评价——针对总体评价中的详细参数进行器械逐项评价，每一把使用过的手术器械都有独立的数据反馈，包括置入时间、取出时间以及在手术视野内可见度，以百分比数据体现。

3.4 针对已执行操作，系统还提供高级分析预览，包括视频报告、视频帧数记录、操作曲线等参数。

3.4.1 操作视频——可以以 0.5 倍、1 倍、2 倍的速度快进浏览。

3.4.2 单、双侧显示——调取单侧、或双侧操作报告。

3.4.3 视频帧数记录——根据操作过程中器械使用参数是否超出设定阈值进行红、黄、绿颜色记录，红色为超出阈值部分，可以通过移动视频浏览线快速定位至红色区域进行视频观察。

3.4.4 操作曲线——针对器械加速、速率、手部颤动、夹闭次数进行线性坐标记录，左侧、右侧独立监测。

3.5 所有操作报告都可以保存在装置的存储器中或远程服务器上。可以随时重播和重新分析已执行的训练。导师机可以对每个已保存的训练报告添加评语。数据也可以 Excel 文件的形式导出。

3.6★系统根据每位操作者的历史操作报告，最终汇总形成学习曲线，学习曲线以坐标形式体现，可以直观的看到学生操作进步情况，具体包含所有训练方案的总体曲线和逐个训练方案的学习曲线，也可以根据某一特定的参数查看学习曲线（例如：手部颤抖、器械夹闭等）。

四. 配置要求

4.1 腹腔镜手术技能训练分析系统主机 1 台（包含高清触摸一体机、1920x1080 全高清摄像头）。

4.2 腹腔镜手术器械 4 把（3 把枪式、1 把 V 式手柄）。

4.3 双侧带传感器的手术套筒。

4.4 7 个基础技能训练模块。

第三、腹腔镜手术训练分析系统（学生端）

一. 系统功能要求

1. 针对腹腔镜手术基础技能和常用手术器械进行专项训练，并且能够自动生成精确的分析报告、操作视频、历史学习曲线，其中操作报告精确至不同器械和左右操作方向。

2. 系统能够实现多用户操作，学员可以创建自己的学习账号，如有需要进行加密保护，每一次的操作记录会存储在个人数据库内或导师机服务器内，能够保存至少两年内的操作报告，可以随时浏览历史记录进行操作比对。

3. 能够自主创建训练方案，导入教学视频、针对训练方案中使用的手术器械进行独立的参数阈值设定，系统能够生成与内置病例相同的精确分析报告、操作视频、历史学习曲线。

4. 系统可在单机或联网两种模式下工作，在单机模式下，操作系统可作为独立的操作台进行训练。在联网模式下（即两台至两台以上设备相互关联），学生机与导师机进行关联，学生机可看到导师训练窗口，实现同步操作。

二. 系统硬件要求

1. 外观简约流畅，采用四脚滑轮底座，无外漏的复杂电源线，无电脑机箱，整体轻便易于移动，并设有轮锁固定。

2. 采用电动升降系统，操作高度可以任意调节，并设有 3 个默认高度按键，可预先设定操作高度，在每次开始训练时快速调节至恰当位置。

3. 屏幕采用高清触摸式一体机，一键启动操作程序，不需要外接鼠标和键盘即可实现程序控制，既能显示操作界面，又能独立处理、分析、存储操作数据。

4. 可开放式操作平台，打开窗口可以替换操作模块或放置自行准备的训练模块，如：菜籽、动物内脏等，并有专属托盘进行组织固定。操作模块通过不少于 21 个磁铁连接点牢固粘贴，能够有效防止移动。

5. 操作箱完全阻隔外部光线的进入，消除不必要阴影，能够模拟真实手术情景中的操作条件。并且设置不少于 8 个 5mm 口径的器械通道，左侧不少于 4 个，右侧不少于 4 个，可以根据操作需要在任意端口插入器械套管，保证全方位训练角度。

6. 手术器械悬挂在系统两侧，为非固定式，其中 3 把为枪式手柄，1 把为 V 型手柄，包括分离钳、剪刀、抓钳、持针钳。手术过程中需要切换手术器械时，需将手术器械完全拔出，再进行切换，符合临床实际动作要求。

7. 器械内置传感器，左侧与右侧数据独立采集，分析报告中数据独立显示。显示参数为训练时间、器械在手术视野中的可见性、放入的质量、移动距离、夹闭次数、夹闭速度、移动速度、移动加速度、手部颤抖，对摄像头采集的数据进行全方位补充。

8. 系统配有两个专用器械套管，用于辅助手术器械和摄像头进行数据采集，保证从器械开始放入到取出进行全程监测。

9. 系统具备 1920x1080 全高清摄像头，摄像头满足 360° 全方位旋转，保证手术视野无盲区，进行导航式训练。手柄可旋转和伸缩，并且可以锁定在手术需要位置，摄像头有 3 个不同角度的高亮度照明灯光，保证操作区域没有阴影，符合临床手术条件。

三. 系统软件要求

1. 操作界面：

1.1 设备基于真实操作模块在软件上进行全新升级，操作界面简单，为四格式选项窗口，因此使用方法容易掌握。

1.2 系统程序支持不少于 3 种语言，包含中文，满足国际性的医学实训中心学员训练，以及临床国内外专家进行手术研究。

1.3★系统可在单机或联网两种模式下工作。在单机模式下，每一台操作系统可作为独立的操作台进行训练。操作界面仅显示学生操作窗口。在联机模式下(即两台至两台以上设备相互关联)，学生机与导师机相互关联，在保证学生操作窗口不受影响的情况下，额外增

加导师教学窗口，可以实时观察导师操作步骤与操作要领。

1.4★从操作器械插入套筒开始，操作窗口的两侧会自动弹出操作器械监测窗口，并实时显示出器械使用情况，当操作参数超出教师设定阈值时，其参数对应的窗口将变为红色进行报警提醒，并做记录。监测窗口针对手术器械的可见性、放置手术器械的质量、移动距离、移动速度、加速度、手部颤抖、夹闭次数、夹闭速度和训练时间进行数据采集。

2. 训练模块

2.1 系统内置不少于7个训练方案，训练技能包括：腹腔镜镜头定位及多角度追踪、夹取、交换、移动、切割、穿线、缝合（包括反手缝合、褥式缝合、弯曲缝合）。每一个训练方案都包含完整的教学指导，具体有教学图片、教学视频、文字指导、操作所需器械、操作时间。

2.2 系统能够自主录制并创建训练方案，导入教学图片、教学视频、教学文字指导，以及所需仪器设定、操作时间设定，针对训练方案中使用的手术器械进行独立的参数阈值设定。最终根据设定的参数自动生成与内置病例相同的精确的分析报告、操作视频、历史学习曲线。

3. 报告反馈与存储

3.1 系统内置庞大的数据库，可以进行多用户操作，每一位操作者都可以创建自己的账户，并设置密码，每一次操作记录会存储在学生个人数据库内，能够保存至少两年内的操作报告，并且可以随时调取历史操作报告进行数据比对。

3.2★每一次训练结束后，内置的系统编程可自动对已执行的训练进行分析。传感器和摄像头收集的大量数据被转换成容易理解的分析报告。该装置可独立分析左侧和右侧的腹腔镜手术器械，从而对两侧的数据进行比较。

3.3 报告内容主要由4部分组成：

3.3.1 第一部分：操作情况总体评价——针对移动距离、夹闭次数、训练时间，进行左右器械的独立评估，以百分比形式体现。此外，还具有详细的移动距离、训练时间、夹闭次数、速度、加速度、夹闭速度、手部颤抖、置入速度、置入平直度进行平均值监测数值。

3.3.2 第二部分：不同器械操作评价——针对总体评价中的详细参数进行更为细致的，针对不同器械进行的评价，以百分比柱状图体现。

3.3.3 第三部分：左侧、右侧器械使用评价——针对总体评价中的详细参数进行左侧与右侧使用情况的独立评价，以百分比柱状图体现。

3.3.4 第四部分：器械逐项评价——针对总体评价中的详细参数进行器械逐项评价，每一把使用过的手术器械都有独立的数据反馈，包括置入时间、取出时间以及在手术视野内可

见度，以百分比数据体现。

3.4 针对已执行操作，系统还提供高级分析预览，包括视频报告、视频帧数记录、操作曲线等参数。

3.4.1 操作视频——可以以 0.5 倍、1 倍、2 倍的速度快进浏览。

3.4.2 单、双侧显示——调取单侧、或双侧操作报告。

3.4.3 视频帧数记录——根据操作过程中器械使用参数是否超出设定阈值进行红、黄、绿颜色记录，红色为超出阈值部分，可以通过移动视频浏览线快速定位至红色区域进行视频观察。

3.4.4 操作曲线——针对器械加速、速率、手部颤动、夹闭次数进行线性坐标记录，左侧、右侧独立监测。

3.5 所有操作报告都可以保存在装置的存储器中、导师机服务器或远程服务器上。可以随时重播和重新分析已执行的训练。此外，可以对每个已保存的训练添加评论。数据也可以 Excel 文件的形式导出。

3.6★系统根据每位操作者的历史操作报告，最终汇总形成学习曲线，学习曲线以坐标形式体现，可以直观的看到学生操作进步情况，具体包含所有训练方案的总体曲线和逐个训练方案的学习曲线，也可以根据某一特定的参数查看学习曲线（例如：手部颤抖、器械夹闭等）。

四. 配置要求

4.1 腹腔镜手术技能训练分析系统主机 1 台（包含高清触摸一体机、1920x1080 全高清摄像头）。

4.2 腹腔镜手术器械 4 把（3 把枪式、1 把 V 式手柄）。

4.3 双侧带传感器的手术套筒。

4.4 7 个基础技能训练模块。

第四、上下消化道镜虚拟仿真训练设备

系统集成上消化道镜、下消化道镜，手术培训与一体的力反馈模拟训练平台。可清晰显示正常腔道组织和各种病例组织，可以随时启动检查部位的正常和病理解剖提示，模拟真实的组织反应，并指导学员使用诊疗工具对病灶进行正确的处理。

系统功能要求：

1. 系统支持上消化道、下消化道于一体。
2. ★系统具有力反馈，可模拟病人吞咽、呕吐、咳嗽、活检时的组织张力及反应。
3. 操作平台具有可升降功能。
4. 支持查看镜头在体内的位置与姿态。
5. 具有 ≥ 3 套内窥镜镜头，可以互换使用；
6. 模拟病人具有生理性反应，可检测生命体征；
7. 支持模拟红视、拉伸，支持模拟镜头吸引/冲洗后；可将模糊视线的粘液清除。
8. ★支持双触屏同时显示镜下视野、超声影像、教学用三维解剖画面
9. 具有完善的评价报告；
10. 具有管理员功能：可为各个受训者开设账户，每个受训者可使用个人的用户名登录并进行操作，操作日志分别保存；
11. 支持建立编辑培训课程，可根据不同的培训需要创建不同的小组和用户；
12. 系统具有不同难度包含具有真实病人资料的典型病例；
13. 具有多媒体培训资料，包括真实手术视频、动画、文字、图片等。

系统模块要求：

1. 上消化道内镜检查模块：

- 1.1. 内镜下黏膜剥离术
- 1.2. 食管胃十二指肠镜检
- 1.3. 经内镜逆行胰胆管造影
- 1.4. 上消化道出血检查治疗

2 下消化道内镜检查模块

2.1. 乙状结肠镜检查：

2.1.1 基本训练

2.1.2 补充案例

2.2. 结肠镜检查：

2.2.1 基本训练

2.2.2 活检

2.2.3 基础息肉切除术

系统配置要求：

1. ≥ 3 个内窥镜
2. ≥ 22 寸触屏纯屏显示器 x2
3. 辅助工具脚踏板
4. 图形工作站级电脑主机
5. 具有力反馈的一体化台车
6. 内窥镜器械套装

系统功能详解

一、系统基本特征：

1. ★可根据操作者的身高和舒适度调节升降操作台的高度；
2. ★双触屏设计，可显示镜下视野和三维示意图；
3. ★一体化机体设计，台车上嵌入式鼠标及键盘，内置储物架与音箱；
4. 具备内窥镜触觉力回馈技术，进镜、退镜、取样都会有反馈；
5. ★在进镜过程中可模拟病人呼吸运动，具有真实阻力。进镜过程中如碰到声门，训练结束后，在评估报告中可体现碰撞的次数；
6. 系统包括一套内窥镜镜头，完成系统中涉及到的各种操作；
7. 可模拟不同密度的组织张力；
8. 不同的器械将产生不同的操作结果（例：活检刷，活检钳，针吸活检针）；
9. 使用者在完成每次操作之后，系统自动生成一个全面的评价报告（包括操作完成时间，失误），报告存储在有密码保护的数据库中，可记录并回顾训练考核情况，评估表支持导出操作；
10. 管理员可以为各个受训者开设账户，每个受训者可使用个人的用户名登录并进行操作，操作日志分别保存；
11. 管理系统支持建立编辑培训课程，可根据不同的培训需要创建不同的小组和用户，并允许修改用户训练课程的考核细节，如手术最大可进行时间，并发症出现的管理等。
12. 系统具有不同难度、包含具有真实病人资料的典型病例（包含不同年龄性别和临床表现）；

13. ★具有真实病人资料三维重建解剖结构，每种病例可能发生多种并发症。通过管理程序实现对使用者及其课程的追踪和技能评价，评价报告可上传或导出。

14. 内部预设培训课程，可根据用户的需要制定专门的培训课程，并根据不同的培训需要创建不同的小组和用户。

15. 系统支持多语言。

二、功能特点

1. 上消化道内镜检查模块

1.1 包括食管胃十二指肠镜检查病例 ≥ 6 个；

经内镜逆行胰胆管造影病例 ≥ 6 个；

上消化道出血检查治疗病例 ≥ 6 个，内镜下黏膜剥离术 ≥ 3 个。

1.2 包括外形仿真的内镜器械和用于插管操作的人体头部各一个，模拟细胞刷或活检钳用于活组织取材及活检。

1.3 由于解剖变异和病理变化的不同，病例分为不同的难易程度。

1.4 可逼真模拟操作过程中的红视、拉伸等，镜头在行进过程中，由于消化道的弯曲和解剖不断变化，需要不断调整镜头的上、下、左、右方向，以保持视野在管道中央。

1.5 使用者可全程模拟内镜操作的流程，通过在模拟病人的口腔插入内镜，就可以在屏幕上看到镜头的移动及依次通过的解剖结构，检查上消化道，并对可疑部位进行活检，而且可以观察十二指肠，进行胰胆管置管和造影。

1.6 组织反应真实，可以模拟误入气管，可以观察到胃肠的蠕动和体会到因此而对内镜操作的影响，以及消化液的分泌，模糊镜头必须经过吸引才能改善清晰度。

1.7 内镜到达胃内，可见大量胃内容物，为了更清晰的观察胃粘膜，可通过内镜吸引将内容物吸引出来，通过镜头旋转和改变探查方向可以全面探查各个部位，从而发现胃内溃疡、肿瘤等不同病变，并对可疑部位进行拍照、活检。

1.8 为用户提供了由易而难的丰富病例：例如溃疡出血、活动性出血、血管裸露出血、粘附血凝块等。还可以练习器械操作与诊断，以及治疗方案的决策。可用于治疗的器械包括：BICAP 高频电灼探针、线钳、肾上腺注射器、以及钛夹钳等。多种并发症实现高难度训练水准。强化决策制定与应变能力。理解不同治疗方案对患者的风险以及影响。

1.9 进行胃镜检查时，内镜器械是直视镜，当进行十二指肠检查时，内镜器械是侧视镜。

1.10 ★模拟内镜插入时可产生不同部位的手部感觉，练习调整镜头的角度便于从最佳的角度观察病变，并进行取材活检、照相等操作。此项操作需提供专利证明文件。

1.11 操作同时，可有生命体征监护，错误操作会引起某些参数改变，致命性错误会导致病人死亡、病例结束，使用药物时，模拟病人会有生理性反应，若操作不当，病人会发出不适的声音。

1.12 “外部视角”有利于使用者在迷失方向的时候，确定镜头的准确位置。

1.13 能够有选择地打开操作提示选项，辅助初学者学习。

1.14 ERCP 模块可将视野下不可见的胆囊及胰腺等结构进行透明化处理。

1.15 ERCP 模块同步显示内窥镜镜像和荧光透视影像，荧光透视影像下可以自动追踪导管等器械，并可对病变进行拍照，操作成功会有胆液流出。

1.16 使用者在完成每次操作之后，系统全自动生成一个全面的评价报告（包括操作完成时间，失误），报告存储在有密码保护的数据库中，可记录并回顾训练考核情况，评估表支持导出操作。

1.17 系统具有治疗适应症、禁忌症、并发症等详细教学内容。

1.18 系统具有内镜以及所用器械操作方法的详细介绍。

1.19 系统具有详细的上消化道 3D 解剖图谱及注释，可以 360 度旋转观察解剖结构。

1.20 可以展示 3D 视图下的多种胆管常见变化。

1.21 软件内自带国际知名专家的真实手术操作教学视频及模拟器镜下视频。

1.22 软件内自带国际知名专家镜下的图片，不但包括正常解剖结构图片还包括病理状态下的十二指肠、胆道及胰腺常见病变图片。

2. 下消化道内镜检查模块

2.1 ★包括乙状结肠镜检查病例≥6 个；普通结肠镜检查病例≥6 个；结肠镜检查-组织活检病例≥6 个；基础息肉切除术病例≥6 个；乙状结肠镜检查补充病例≥10 个。

2.2 包括外形仿真的内镜器械和用于插管操作的人体臀部一个，模拟细胞刷或活检钳用于活组织取材及活检。

2.3 由于解剖变异和病理变化的不同，病例分为不同的难易程度。

2.4 可全程模拟内镜操作的流程，通过在模拟病人的肛门插入肠镜，使用者可以在屏幕上看到镜头的移动及依次通过的解剖结构，检查下消化道，并对可疑部位进行活检。

2.5 可逼真模拟操作过程中的红视、拉伸等，镜头在行进过程中，由于消化道的弯曲和解剖不断变化，需要不断调整镜头的上、下、左、右方向，以保持视野在管道中央。

2.6 组织反应真实，可模拟肠道的蠕动，肠弯曲处镜头通过难度加大，肠内粪便残渣可影响探查效果。使用者可通过冲洗来稀释粪便，冲走粘膜表面的分泌液，使视野中的粘膜更

加清晰。

2.7 通过镜头旋转和改变探查方向可以全面探查各个部位，从而发现肠内息肉、溃疡、肿瘤、痔疮等不同病变，并对可疑部位进行拍照、活检。

2.8 肠管可以探查至回盲部。

2.9 钳子和粘膜之间的相互作用通过组织变形来体现，准确反映出钳取标本时组织的张力。

2.10 不同的器械将产生不同的操作结果（例：冷切钳、鼠齿钳、圈套器、小号圈套器、热钳、针形电烙器），器械和粘膜之间的相互作用通过组织变形来体现，准确反映出钳取标本时组织的张力。

2.11 操作过程中可以模拟静脉给药，模拟给药后操作日志会有记录。

2.12★模拟内镜插入时可产生不同部位的手部感觉，练习调整镜头的角度以从最佳的角度观察病变，并进行取材活检、照相等操作。需提供专利技术文件。

2.13 拥有操作所需患者体位介绍并且可以模拟更换患者体位。

2.14 可以模拟助手进行肠外按压的情景，辅助进镜。

2.15 操作同时，可有生命体征监护，错误操作会引起某些参数改变，致命性错误会导致病人死亡、病例结束。

2.16 “外部视角”有利于使用者在迷失方向的时候，确定镜头的准确位置。

2.17 能够有选择地打开操作提示选项，辅助初学者学习。

2.18 使用者在完成每次操作之后，系统全自动生成一个全面的评价报告（包括操作完成时间，失误），报告存储在有密码保护的数据库中，可记录并回顾训练考核情况，评估表支持导出操作。

2.19 系统具有治疗适应症、禁忌症、并发症等详细教学内容。

2.20 系统具有内镜以及所用器械操作方法的详细介绍。

2.21 系统具有详细的下消化道 3D 解剖图谱及注释。

2.22 可以展示肠道的胚胎学形成动画。

2.23 软件内自带国际知名专家的真实手术操作教学视频及模拟器镜下视频，包括进镜、翻转、解袢等操作教学视频。

2.24 软件内自带真实镜下教学图片，不但包括正常解剖结构图片还包括病理状态下的息肉、癌、结肠炎、痔疮等图片。

第五、VR 麻醉危机处置训练评估系统

一、系统总体要求

系统通过 3D 虚拟患者用于全身麻醉教学。作为全身麻醉的非技能教学工具，一是老师能通过虚拟患者教授学员全身麻醉相关理论知识；二是学员能在虚拟病人身上训练与考核：模拟全身麻醉操作，如术前评估、麻醉诱导与麻醉维持；三是老师能通过后台管理学员的训练及考核情况。通过教、练、考，增加学员理论知识，增强其临床思维能力与麻醉危机管理能力。系统包含虚拟患者模块和培训管理模块两大模块。

二、各模块具体要求

（一）、虚拟患者模块

1、应用“数字孪生”技术，构造一个 3D 全景式高仿真虚拟手术室，学员高度沉浸在虚拟手术室中进行训练，可以与虚拟手术医生、患者、设备进行交互，真实感强，有身临其境之感。虚拟手术室内含有如下设备和人员：麻醉机、插管车、监护仪、输液泵、患者、术者、助手等。

2、包含不少于 40 个案例，所有例案例均来自真实临床。案例涵盖骨科、普外科、妇科、产科、神外、血管外科等十几个科室，包括“合并心血管系统疾病患者非心血管手术的麻醉管理”、“合并呼吸系统疾病患者的麻醉管理”、“困难气道患者的麻醉管理”、“插管后通气困难患者的麻醉管理”、“小儿和老年患者的麻醉管理”、“各种麻醉危机的管理，如‘空气栓塞、过敏、支气管痉挛、类癌、糖尿病酮症酸中毒、高钾血症、颅内压增高、恶性高热、嗜铬细胞瘤、先兆子痫、静脉空气栓塞、气胸等’”。所有案例的处置均符合 ASA 指南。

3、虚拟患者可以进行循环、通气、氧合、体温、肌松等数据的监测，监测数据随着操作和病情的变化而变化，可以利用静脉麻醉药和吸入麻醉药进行全麻，模拟不同患者的麻醉诱导和麻醉维持过程。

4、循环监测数据有：心率、心电图、有创血压、无创血压、中心静脉压、肺动脉压、肺动脉楔压、心输出量。数据实时显示，当给药或者病情变化时对应数据会实时相应变化。

5、通气监测数据有：吸气峰压、呼气末正压、潮气量、呼吸频率、吸气末氧浓度、呼气末氧浓度、吸入麻醉药浓度。数据实时显示，当给药或者病情变化时对应数据会实时相应变化。

6、氧合监测数据有：血氧饱和度、呼气末二氧化碳（波形、数值）。数据实时显示，当给药或者病情变化时对应数据会实时相应变化。

7、肌松监测数据有：TOF 监测、强直刺激。数据实时显示，当给药或者病情变化时对应

应数据会实时相应变化。

8、每个案例均内置不少于 88 种临床麻醉中常见的药物及其药代动力学和药效动力学数据。包括静脉麻醉药 6 种，如：丙泊酚、咪达唑仑、依托咪脂、氯胺酮、硫喷妥钠、美索比妥；阿片类药物 8 种，如：芬太尼、舒芬太尼、阿芬太尼、瑞芬太尼、哌替定、吗啡、美沙酮等；肌松药 9 种：如琥珀胆碱、罗库溴铵、顺式阿曲溴铵等，局麻药 2 种；麻醉辅助药 6 种，如昂丹司琼等；抗生素 5 种；血管活性药物 25 种，如肾上腺素等；其它药物 27 种，如沙丁胺醇等。

9、学员以第一视角方式扮演麻醉医生在虚拟患者身上进行麻醉诱导和麻醉维持操作。

10、模拟洗手结束后即进入手术室。学员根据病史，评估患者的状态并制定麻醉策略。

11、病史包括患现病史，既往史，体格检查，实验室检查，气道评估，既往手术等情况

12、通过点击输液泵选择液体和流速，可供选择的液体有：乳酸钠林格、生理盐水、5%白蛋白、冷冻新鲜血浆等。

13、通过点击插管车选择有创导管插入、气道管理和气管插管操作

13.1、有创导管操作有：插入动脉导管、插入肺动脉导管、插入中心静脉导管、插入导尿管。

13.2、气道管理操作有：环状软骨压迫、放置面罩、放置喉罩、调整头部位置、插入鼻咽通气道、吸痰。点击放置面罩按钮后，会给虚拟患者扣上面罩，此时在监护界面会显示二氧化碳波形和二氧化碳分压数值。

13.3、气管插管操作有：经喉镜插入气管导管、经纤支镜插入气管导管。点击经喉镜插入气管导管后，会显示喉镜下声门暴露分级情况。插入导管的过程会以动画的形式展示。

14、点击药物车或者药物治疗按钮可以选择各种麻醉用药。用药之后对应的监测数据会有相应变化。

15、点击患者，可以调整患者体位、体温控制、肺部听诊以及病人状态。点击病人状态可实时观察反应麻醉深度的状态。

16、点击麻醉机可以选择自主呼吸、人工辅助通气和机械通气模式，在选择机械通气后可以在容控模式下调节潮气量、通气频率、呼气末正压等。可以通过点击空气、氧气、笑气流速调节按钮调节氧气浓度。点击麻醉机挥发罐可以调节七氟烷、异氟烷、恩氟烷、地氟烷等吸入麻醉药的浓度，吸入麻醉药浓度的监测数据会相应地缓慢升至选择的浓度。

17、点击术者可以和手术医生互动，可以让手术医生做术前准备、切皮、停止手术、继续手术等。点击助手可以让助手进行 CPR 和除颤操作。

18、点击辅助检查按钮，可以实时查看实验室检测结果，如血气分析、电解质、血糖等。

19、所有操作动作和相应的得分数据均实时保存，按照时间排序，精确到秒。点击麻醉操作记录即可随时调阅。

20、病例进行过程中可以随时暂停。

(二)、培训管理模块

培训管理模块含管理员账号、教师账号、学员账号

1、管理员账号

1.1、对所有教师用户进行统一的增加、删除、修改、查询。

1.2、对所有学生用户进行统一的增加、删除、修改、查询。

1.3、对所有病例数据进行统一的修改、编辑、重置。

1.4、可对所有的班级数据进行统一的增加、删除、修改、查询。

2、教师账号

2.1、对每个学生账号信息的增加、删除、修改、查询以及不同时间段学习情况的纵向统计和比较。

2.2、查看可用病例库以及进入虚拟患者模块操作演练。

2.3、同步可视化列表以及时间选择插件给予考核或训练任务发布并实时短信通知。

2.4、可视化列表任务，随时查看以往任务信息以及可视化数据统计，可对班级中所有的学生每个步骤进行详细的统计和比较。可查看统计结果，并可导出表格以及图片。

3、学生账号

3.1、以练习或者考核两种模式进入虚拟患者模块。

3.2、自动生成操作记录。

三、系统技术参数

1、局域网本地服务器，可供超过 300 人同时在线进行教学、训练和考试。

2、应用医学数学建模技术，实时显示各种监护仪参数及声音变化。

3、临床实景建模，再现 3D 全景式虚拟手术室及虚拟手术设备、麻醉设备、抢救设备、医护人员及手术病人等。

4、应用虚拟现实技术 Unreal Engine 4 开发虚拟交互逻辑程序，系统运行平稳。

5、C/S 架构，终端需安装运行程序，可在医院局域网内任意电脑使用及管理。

6、兼容 Windows 7 及以上版本的 64 位系统。

7、采用 Apache+PHP+MySQL 服务器运行环境，拥有良好的安全性、可扩展性及执行速度

快的优势。

8、用户端开放操作并实时保存训练记录到本地服务器储存，经后台系统综合分析后，统计结果可以图表形式展示，同时可以再导出统计训练结果。