

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>



# Possibilities for using the Vimedix 3.2 virtual simulator to train ultrasound specialists

Valeri A. Vasilev, Svetlana N. Kondrichina

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** In recent years, it has been critical to modify training methods and programs in numerous areas, including ultrasound diagnosis, with the use of various virtual and simulation devices. Because practical experience with employing such technologies in the teaching process is limited, there are few original studies on the subject in Russian and foreign literature.

**AIM:** To determine the possibilities and algorithms for using a virtual ultrasound simulator to train ultrasound specialists based on the results of related work, as well as to assess the benefits and drawbacks of simulators in comparison to conventional teaching methods.

**MATERIALS AND METHODS:** The results of using the Vimedix 3.2 virtual simulator in the teaching process were analyzed. Simulations of abdominal ultrasound, transthoracic echocardiography, and triplex scanning of major vessels were performed. The study included 26 residents specializing in ultrasound diagnosis and 37 physicians undergoing professional retraining courses.

**RESULTS:** Using a virtual simulator during the initial stage of training helps eliminate many of the challenges that residents and trainees encounter in clinical practice. The use of a simulator during testing appears to be less beneficial than during a practical examination employing ultrasound scanners and real patients.

**CONCLUSIONS:** The use of a simulator at the initial stage is advisable to get familiar with this research methodology. It is recommended to develop and use of additional teaching materials and programs in training. The advantages of the virtual simulator include ease of use during the initial stages of training, a steep learning curve, and the availability of an extensive database of pathological cases. The identified noncritical shortcomings require correction during further training in the clinic.

**Keywords:** simulation training; virtual simulator; ultrasound simulator; ultrasound diagnosis.

## To cite this article:

Vasilev VA, Kondrichina SN. Possibilities for using the Vimedix 3.2 virtual simulator to train ultrasound specialists. *Digital Diagnostics*. 2024;5(1):41–52.  
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>

Submitted: 20.09.2023

Accepted: 18.01.2024

Published online: 11.03.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>

# Возможности использования виртуального симулятора «Vimedix 3.2» в процессе обучения по специальности «ультразвуковая диагностика»

В.А. Васильев, С.Н. Кондричина

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** В последние годы актуально изменение методик и программ преподавания многих дисциплин, в том числе ультразвуковой диагностики, с включением в них различных виртуальных и симуляционных устройств. Практический опыт использования подобных технологий в процессе обучения достаточно непродолжителен, в связи с этим в отечественной и зарубежной литературе имеются лишь немногочисленные оригинальные работы, посвящённые этой теме.

**Цель** — определить возможности и алгоритм использования виртуального симулятора ультразвукового исследования в процессе преподавания дисциплины «ультразвуковая диагностика» на основании результатов работы с ним. Оценить преимущества и недостатки применения симулятора в сравнении с традиционной методикой преподавания.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты применения виртуального тренажёра «Vimedix 3.2» в учебном процессе. На нём проводились симуляции трансабдоминального ультразвукового исследования органов брюшной полости, трансторакальной эхокардиографии, триплексного сканирования магистральных сосудов. В процессе исследования участвовали 26 ординаторов по специальности «ультразвуковая диагностика» и 37 врачей, проходивших обучение на курсах профессиональной переподготовки.

**Результаты.** Применение виртуального симулятора на начальном этапе в учебном процессе может устранить многие проблемы, с которыми сталкиваются ординаторы и курсанты при обучении на клинических базах. Использование симулятора в процессе тестирования представляется менее предпочтительным, по сравнению с практическим экзаменом с использованием ультразвуковых сканеров и реальных пациентов.

**Заключение.** Симулятор целесообразно использовать на начальном этапе для отработки методики исследования. Рекомендуется разработка и использование в обучении дополнительных учебно-методических материалов и учебной программы. Преимуществами виртуального симулятора являются комфортность работы на начальном этапе обучения, малое время его освоения, наличие обширной базы данных патологических случаев. Выявленные некритичные недостатки требуют коррекции при дальнейшем обучении в клинике.

**Ключевые слова:** симуляционное обучение; виртуальный тренажёр; симулятор ультразвуковых исследований; ультразвуковая диагностика.

## Как цитировать:

Васильев В.А., Кондричина С.Н. Возможности использования виртуального симулятора «Vimedix 3.2» в процессе обучения по специальности «ультразвуковая диагностика» // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № 1. С. 41–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>

# 在“超声诊断”专业教学过程中使用虚拟模拟器“Vimedix 3.2”的可行性

Valeri A. Vasilev, Svetlana N. Kondrichina

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

## 摘要

**论证。**近年来，包括超声诊断在内的许多学科的教学方法和课程发生了变化，教学计划包括在各种虚拟和模拟设备上练习。在教学过程中使用此类技术的实践经验相当少，在这方面，国内外文献中有关这一主题的原作品寥寥无几。

**目的。**本研究的目的是根据使用虚拟超声模拟器的结果，确定在“超声诊断”学科教学过程中使用该模拟器的可行性和算法；评估使用模拟器与传统教学方法相比的优缺点。

**材料和方法。**分析了在教学过程中使用虚拟模拟器“Vimedix 3.2”的结果，在该模拟器上进行了腹腔器官经腹超声检查、经胸超声心动图检查、大血管的三重扫描。研究的参与者包括26名“超声诊断”专业的住院医师和37名接受过职业进修课程的医生。

**结果。**在教学过程的初始阶段使用虚拟模拟器可以消除住院医师和学员在临床现场学习时遇到的许多问题。与使用超声波扫描仪和真正患者进行实践考试相比，在测试过程中使用模拟器似乎不太可取。

**结论。**在初始阶段使用模拟器来练习检查方法是可行的。建议在教学中开发和使用额外的教材和教学计划。虚拟模拟器的优点是在教学初期使用方便，掌握时间短，有大量病例数据库。已发现的非关键缺点需要在临床进一步培训中加以纠正。

**关键词：**模拟训练；虚拟模拟器；超声模拟器；超声诊断。

## 引用本文：

Vasilev VA, Kondrichina SN. 在“超声诊断”专业教学过程中使用虚拟模拟器“Vimedix 3.2”的可行性. *Digital Diagnostics*. 2024;5(1):41–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD586551>

收到: 20.09.2023

接受: 18.01.2024

发布日期: 11.03.2024

## 论证

近年来,虚拟和模拟技术越来越多地应用于医疗活动的不同领域以及医学院的教学过程中。各种类型的真实过程模拟在许多领域的专家培训和工作中使用已有相当长的时间,其发展也已进行了几十年[1-3]。这一进程的加速,既是由于我们生活的普遍数字化,也是由于目前将这些技术直接应用于实际医学的积极引入。

虚拟仿真器和模拟器、增强现实工具越来越多地应用于诊所,不仅用于诊断检查,还用于外科手术、麻醉和复苏等领域的医疗实践。这些工具包括三维“解剖”台和可视化台、研究人体解剖的虚拟现实程序、手术模拟器和机器人等[4-6]。因此,在对医科大学毕业生和接受再培训的专家进行培训和知识控制的过程中,以及在国家认证和鉴定过程中,包括在“超声诊断”专业中,都开始使用数字化方法[1, 7]。人们对这类技术越来越感兴趣的另一个原因是,医学院和研究生培训机构近来在工作场所的诊所教授一些学科时面临越来越多的困难。

其中包括与门诊工作直接相关的困难:检查地点和时间的限制[7, 8]、超声波机的缺乏、导师的缺乏、检疫时进入科室的问题。另一部分困难则与实际受检者有关:学生在与患者初次接触时承受的心理压力、部分患者不愿意接受受训者的检查[8]、诊所缺乏必要病理的患者、所谓“疑难”患者的可视性差等。问题的第三部分是由学生自身的理论培训水平和工作过程中的活跃程度决定的,这可以大大增加练习必要技能的时间,而这在诊所中是有限的。此外,可以强调的一点是,由于正常和病理解剖知识不足,检查方法难以确定。首先,这是指正确定位探头,这可能需要很长时间,并给受试者造成不适。

在这方面,改变医科大学一些学科的教学方法和计划,将各种现代虚拟和模拟设备纳入其中,是一项紧迫而必要的任务。在培训放射诊断领域的专家时,这个问题尤为重要,因为他们长期以来一直在使用创建和处理数字图像的程序,并应掌握必要的技能和知识。

与此同时,在医学学科教学中使用此类技术的经验却相当匮乏。在这方面,国内外文献中专门论述这一主题的原创性著作寥寥无几。其中大多数都指出了在超声诊断专家培训中使用模拟技术的积极方面[7-10],但也存在一些不足,特别是在测试和知识控制方面[7]。在超声诊断模拟培训、合理使用虚拟模拟器、确定其在教育过程中的具体位置以及评估其使用效果方面,几乎没有标准化的方法。关于为掌握这种或那种类型的模拟器和仿真器而开发的特殊培训模块和方法材料及其使用效果的信息很少。

为此,我们决定以超声模拟器为例,分析我们在教学和知识控制过程中使用现代数字技术的经验。俄罗斯联邦国家预算高等教育机构俄罗斯彼得罗扎沃茨克国立大学放射诊断和放射治疗系在四年的“超声诊断”学科学习过程中使用虚拟模拟器。该模拟器供一、二年级的住院医师和接受专业再培

训的医生候选人使用。在对住院医师进行国家最终认证以及对该学科专业人员进行初级认证的过程中都会使用该模拟器。

## 目的

根据使用虚拟超声模拟器的结果,确定在“超声诊断”学科教学过程中使用虚拟超声模拟器的可能性和算法。评估使用模拟器与传统教学方法相比的优缺点。

## 材料与方法

在我们的研究中,我们评估了在教学过程中使用CAE Healthcare(加拿大)公司生产的虚拟超声模拟器Vimedix 3.2的效果。该模拟器在俄罗斯和国外市场上最为普及。它配备了多个人体模型和传感器,用于练习不同部位的检查技术,还拥有病理病例数据库。模拟器包括一台Hewlett-Packard(美国)公司生产的带无线连接的Omen笔记本电脑、一个鼠标、一个男性多功能人体模型、一个带相控阵的超声凸面传感器和一个用于连接传感器的适配器(图1)。

笔记本电脑配备了模拟超声扫描的原创软件,可以利用多平面重建技术进行二维和三维/四维解剖模式的检查。为此,还使用了Microsoft HoloLens 2(美国)混合现实技术,受训者可借助该技术以实时模式(即运动模式)观看所检查的解剖结构。在评估使用断层扫描方法获得的诊断图像时,该技术可用于在检查区域进行导航[11, 12];在模拟器中,该技术可用于在模拟过程中正确定位换能器[13]。在笔记本电脑屏幕的工作空间中,除了以二维模式获得的图像外,还显示了一个单独的窗口,其中有三维/四维动画解剖图像,显示扫描区域内的器官。操作员可以控制解剖结构的显示和窗口的划分,以方便观察(图2)。

模拟器可模拟腹部器官经腹超声波检查、经胸超声心动图检查、大血管扫描等检查。扫描模式包括:

- B(2D, 二维超声检查);
- M(一维超声检查);

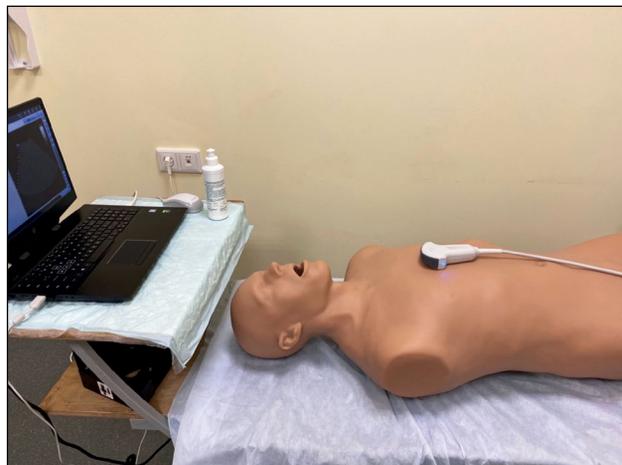


图1. 虚拟超声模拟器“Vimedix 3.2”。

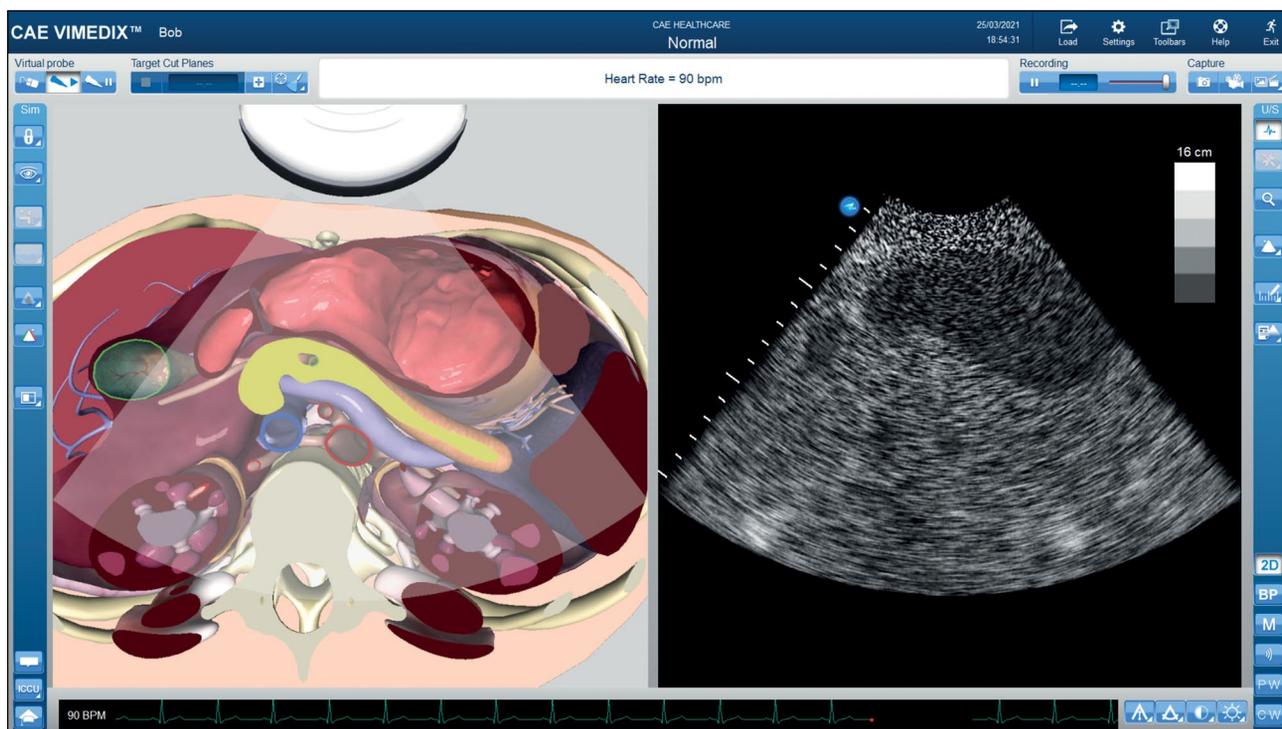


图2. 混合现实和二维模式下的模拟程序界面。

- 彩色多普勒 (Color Doppler, CD)；
- 脉冲波多普勒 (Pulsed Wave, PW)。

传感器在人体模型表面的移动由一个特殊的标记系统跟踪，因此可以在不同体位（仰卧、侧卧）下进行检查。为了评估结果，有一套基本的必要工具，如长度、面积和容积测量，多普勒模式下的血流速度，超声心动描记术检查期间中心血流动力学参数的计算。根据检查结果和测量结果，可以生成最终方案。

虚拟模拟器拥有一个庞大的超声图像数据库，其中包含腹部器官和心血管系统的各种病理图像。因此，学员不仅可以学习正常解剖学中不同部位的检查技术，还可以学习各种疾病的检查技术。在知识控制过程中，可以评估学员根据标准化方案发现和描述不同类型病理变化的能力。

共有26名“超声诊断”专业的住院医师和37名在同一专业的专业进修班接受过培训的医生参与了研究过程。由于我们的工作采用了分类数据和两个回答选项，因此现有的专家人数足以评估建议的培训方法在超声波课程所有学员中的应用情况，不仅在工作评估期间如此，在未来也是如此。放射诊断和放射治疗部门的工作人员对模拟器的的工作成果进行了评估，研究所临床基地的执业医师-诊断医师也参与了评估，并参加了培训和知识控制过程。

在我们的工作中，为了确定虚拟模拟器的使用效果，我们主要使用了组织和规划教学过程所需的指标：

- 掌握模拟器所需的时间（包括启动软件和使用界面的培训）；
- 学习的难易程度和心理舒适度；
- 操作传感器和人体模型的难易程度；

- 传感器的正确定位（借助人体模型的解剖标志和混合现实技术）；
- 学员在模拟器上独立工作的可能性；
- 是否需要特殊教材和对现有培训计划进行修正。

一些曾在诊所使用过超声波扫描仪的住院医师和学员对模拟器生成的图像质量及其与真实病人检查时生成的图像的一致性进行了评估。

采用李克特量表[14]对学员进行匿名问卷调查，对提出的问题从0到5分进行打分，从而收集数据（图3和图4）。

在授课过程中，指导教师根据评估标准对使用设备的过程进行了分析；在授课结束时，在诊所工作的指导教师和导师通过测试和任务对理论知识和实践技能的掌握情况进行了评估。我们考虑到大多数评估标准都是主观的，因此很难对结果进行解释，但这是由于超声检查的普遍特殊性，特别是它对操作者的高度依赖性。我们还与学员一起记录了培训过程中出现的问题，并分析了出现这些问题的原因和消除问题的方法。

## 遵守道德规范

参与培训和研究过程的人员未签署知情自愿同意书。数据收集以自愿匿名问卷的方式进行，在此过程中未收集或处理任何个人数据。患者未参与研究过程。

## 结果

在评估培训过程中使用虚拟模拟器的优缺点时，我们将其与传统方法进行了比较。传统方法是住院

针对“超声诊断”专业住院医师和学员的**调查问卷**  
问卷不记名, **无需**提供个人资料

- 答案中带有截止线的问题得分从1到5, 其中  
1为完全不同意; 2为不同意; 3为中立; 4为同意; 5为完全同意。
- 带有两个答案选项的问题中需要选择其中一个
- 1、我能够使用超声模拟器完全掌握工作技能。  
答案\_\_分
  - 2、在超声模拟器上训练时, 我已完全掌握了各个部位的检查手法。  
答案\_\_分
  - 3、对我来说, 在超声模拟器上学习技能很容易。  
答案\_\_分
  - 4、我发现很难使用超声模拟器掌握工作技能。  
答案\_\_分
  - 5、我会选择超声模拟器来教授超声扫描技术。  
是\_\_否\_\_
  - 6、我会选择对真实病人进行检查来教授超声扫描技术。  
是\_\_否\_\_
  - 7、我在学习如何使用超声模拟软件时遇到了困难。  
答案\_\_分
  - 8、我的计算机科学知识足以自信地使用超声模拟器。  
答案\_\_分
  - 9、我的计算机科学知识不足以自信地使用超声模拟器。  
答案\_\_分

**图3.** 针对住院医师和学员的调查问卷, 第1部分。

- 10、对我来说, 在超声模拟器上进行的培训比在诊所对真实病人进行检查的培训在心理上更舒适。  
答案\_\_分
- 11、对我来说, 在诊所对真实病人进行检查的培训比在超声模拟器上进行的培训在心理上更舒适。  
答案\_\_分
- 12、我更喜欢在超声模拟器上进行最后的专业测试。  
答案\_\_分
- 13、我更喜欢在诊所对真实病人进行最后的专业测试。  
答案\_\_分
- 14、对我来说, 在超声模拟器上准备最终测试比接受在诊所对真实病人进行检查的培训在心理上更舒适。  
答案\_\_分
- 15、对我来说, 接受在诊所对真实病人进行检查的培训比在超声模拟器上准备最终测试在心理上更舒适。  
答案\_\_分
- 16、与在诊所对真实病人进行检查的培训相比, 我需要更长的时间才能使用超声模拟器掌握超声扫描技术。  
是\_\_否\_\_
- 17、与使用超声模拟器相比, 接受在诊所对真实病人进行检查的培训时, 我需要更长的时间才能掌握超声扫描技术。  
是\_\_否\_\_
- 18、超声模拟器屏幕上内脏器官的图像质量与您使用过的超声扫描系统屏幕上的图像质量一样好(如果您没有使用过, 请不要回答此问题)。  
答案\_\_分

**评论** (就调查问卷中未列出的问题补充您的意见, 指出您在使用超声模拟器时遇到的困难)。

**图4.** 针对住院医师和学员的调查问卷, 第2部分。

医师和内科医生在导师(科室成员和执业医师)的指导下, 在诊所使用超声扫描仪对真实病人进行检查的培训。采用这种方法, 我们面临着许多已知的问题, 近年来由于COVID-19的流行, 这些问题的数量有所增加[15]。

培训结果显示了, 所有住院医师和大部分学员(81%)都成功完成了使用虚拟超声模拟器的培训。成功的标准包括熟练使用模拟器软件和模拟器界面(开机、设置), 完全掌握特定部位的检查技术(表1)。

掌握模拟器所需的最短时间为2至6门功课, 在科室教师的指导下进行2个学时的功课, 以及一次入门讲

演(1个学时, 45分钟)。我们注意到, 住院医师掌握模拟器操作的速度普遍快于学员。我们认为, 这是由于他们的理论基础(放射诊断课程的讲座)和一定的超声设备工作经验。对他们中的大多数人(75%)来说, 在导师的指导下进行2-3次训练就足够了, 之后他们就可以按照自己方便的时间安排进行大部分的独立训练。至于受训医生, 年龄较大的受训者(50岁及以上)至少需要3-4次、最多6次培训才能掌握模拟器上的基本技能。与此同时, 我们还遇到了一个问题, 即部分学员(26%)在计算机技术领域的培训水平为零或较低, 即使在培训课程结束后, 他们也无法独立运行笔记本电脑软件和自信地使用模拟器应用界面。为了评估虚

**表1.** 学员的问卷调查和测试结果

	住院医师	医生
学员人数	26	37
成功掌握模拟器	100%	81%
掌握模拟器所需的最短时间, 分钟	90	135
在模拟器上掌握扫描技术时的心理舒适度	80%	68%
在模拟器上准备测试/认证时的心理舒适度	90%	75%
M和B模式下模拟器上令人满意的图像质量	95%	95%
多普勒模式下模拟器上令人满意的图像质量	90%	89%
对 3D/4D 导航程序使用情况的积极评价	100%	100%
宁愿在模拟器上进行最终测试和认证	100%	90%

**评估在超声模拟器上掌握B模式检查技术成果的测试任务  
(第1个变体: 使用MR模式; 第2个变体: 不使用MR模式)。  
运行时间为10分钟。**

1. 打开虚拟模拟器, 启动超声模拟程序。
2. 将人体模型置于\_\_\_\_\_检查的正确位置。
3. 使用/不使用MR技术, 在纵向扫描平面上显示被检查器官\_\_\_\_\_。
4. 使用/不使用MR技术, 在横向扫描平面上显示被检查器官\_\_\_\_\_。
5. 确定需要测量的点, 进行测量并告知结果。
6. 评估器官的回声密度和回声结构。报告获得的结果。
7. 评估器官轮廓并进行描述。
8. 如果器官出现病理变化, 请根据以下方案对其进行评估:
  - 定位
  - 大小
  - 形状
  - 回波密度和回波结构
  - 轮廓
  - 附加元素(伪影等)
9. 制定并报告关于被检查器官的结论方案, 包括评估指标。

**评估在超声模拟器上掌握多普勒模式检查技术成果的测试任务  
(第1个变体: 使用MR模式; 第2个变体: 不使用MR模式)。  
运行时间为10分钟。**

1. 打开虚拟模拟器, 启动超声模拟程序。
2. 将人体模型置于心脏检查的正确位置。
3. 显示心尖五腔位置的B模式心脏图像。
4. 打开彩色多普勒血流图模式, 将被检查区域设置在二尖瓣区域。
5. 在彩色多普勒血流图模式下演示二尖瓣流, 并评估其方向和特征。报告结果。
6. 打开脉冲波多普勒模式, 将控制量设置在二尖瓣叶上方。显示二尖瓣流频谱。
7. 测量速度和评估二尖瓣流频谱的性质, 并报告结果。
8. 将彩色多普勒血流图模式的检查区域设置在主动脉瓣区域。
9. 在彩色多普勒血流图模式下演示左心室流出道的血流, 并评估其方向和特征。报告结果。
10. 将脉冲波多普勒模式的控制量设置在左心室流出道。演示血流频谱。
11. 测量左心室流出道的血流速度和评估血流频谱的性质, 并报告结果。
12. 将脉冲波多普勒模式的控制量设置在主动脉瓣上段。演示血流频谱。
13. 测量主动脉瓣上段的血流速度和评估血流频谱的特征, 并报告结果。
14. 根据对流经二尖瓣和主动脉瓣的血流进行多普勒模式检查的结果, 形成并报告结论。

图5. 评估掌握检查技术成果的测试任务。

拟模拟器上的工作成果, 我们使用了基于超声检查专家初级认证过程中所执行任务的测试(图5)。

相当一部分学员(72%)表示了, 在学习初级超声技能时, 与在诊所对真实病人进行检查的培训相比, 使用模拟器工作时心理上更舒适。只有在超声扫描仪上有过实际操作经验(尽管经验不多)的学员才对这一标准进行了评估。据导师和学员们自己说, 在初始阶段, 它可以促进和加快检查方法的掌握, 但不能消除与病人初次接触的问题, 这个问题必须在随后的实际工作中加以解决。这主要涉及到以前没有这种互动经验的住院医师。

模拟器的工作很容易纳入培训计划, 因为它位于医学院大楼内, 我们不依赖于医疗中心的运作模式。这也有助于解决空间不足以及在诊所培训时间有限的问题。我们已经尝试过将学生分组, 并随后进行了实践, 这样可以制定出对教师和学生都方便的培训计划。根据我们的经验, 最多3人的小组最适合同时虚拟模拟器上进行操作。这一计算方法取决于一名学员在一堂课中掌握新教材所需的时间和教室的大小。

学员普遍认为B和M模式下获得的图像质量好(95%的答案), 多普勒模式下的图像质量令人满意(89%)。标准是识别和解释所获图像的难度, 以及

将图像与实际解剖对象进行关联的可能性。使用多普勒模式时发现的问题是无法调整多普勒模式的某些参数, 因此CD和PW模式下的血流只能通过心脏瓣膜和某些主动脉部位清晰可见。

所有学员都注意到, 使用具有混合现实模式的附加窗口和对检查区域进行3D/4D-live解剖导航, 使得在检查所有区域时练习探头定位变得更加容易。这在评估腹部器官和心脏时尤其方便[12]。

在使用B模式时, 我们发现了这样一个问题, 即在获取心脏的某些标准投影(如心尖)时, 探头在人体模型上的定位并不十分正确, 这需要稍后在患者身上练习技能时进行修正。在这种情况下, 学员们成功地使用混合现实系统解决了这个问题, 准确评估了器官的横截面以及探头相对于解剖标志的位置。

根据调查问卷结果, 与在真实病人身上练习技术相比, 几乎所有(95%)住院医师和内科医生都更喜欢模拟器。在模拟器上练习技术的平均时间为1到2次, 每次2个学时。技术练习包括在人体模型的不同位置进行多位置检查, 我们没有限制一次扫描的时间, 这必须在诊所完成。当开始使用真正的超声扫描仪时, 我们对所掌握的检查不同区域的技能表示满意, 只需要在探头定位和处理“疑难病人”及某些呼吸阶段的能力方面进行少量的时间修正。

在教学方法上, 我们认为应与导师指导诊所的做法有所不同。在那里, 两个主要方法是观察研究和重复导师在病人身上的动作, 而在这里, 除了观察研究和重复导师在病人身上的动作外, 还可以采用试错自学的原则。我们认为, 这种方法对学生来说更容易接受(至少没有时间限制和心理压力), 并能取得更好的实际效果。我们在培训过程中采用了这种方式, 即学生根据自己方便的时间安排在模拟器上独立工作。必要时, 教师通过音频和视频链接以远程形式提供咨询。

此外, 在初始阶段, 还可以从传统的“一名导师——一名学员”计划转为小组培训制度, 这从经济角度来看更为有利。通过模拟器, 可以在一节课内将所学材料的理论部分和实践部分结合起来。首先, 教师就这一主题或那一主题进行入门讲演, 并在模拟器上进行演示, 然后在学生的实际操作中巩固所学知识(图6)。事实证明, 这一原则在学习某些领域的初步检查方法和准备测试时非常方便。

至于在住院医师认证和专科医师资格认证过程中使用虚拟模拟器控制知识的问题, 已经取得了模棱两可的结果, 为讨论提供了机会。在许多此类研究中, 作者都强调了使用模拟器的积极意义, 特别是不会给受试者造成压力, 而且条件接近现实[8, 15]。这些数据与大多数学生(95%)的意见一致, 根据调查问卷结果, 他们更倾向于在模拟器上通过实践技能测试, 而且这种评价在测试前后的各个阶段都是一致的。不过, 据系里的工作人员和实习指导教师说, 这种测试方法的消极方面多于积极方面。

## 讨论

因此, 根据虚拟模拟器Vimedix 3.2的使用结果, 建议在“超声诊断”专业培训的初始阶段使用该模拟



图6. 一名二年级住院医师在模拟器上的独立工作。

器。我们的经验证实了将虚拟现实和增强现实系统融入医学教育过程和超声诊断培训课程的实用性,正如许多作者所指出的那样[8-10, 15]。在模拟器的帮助下,可以很方便地练习某些部位的检查手法,使用解剖标志定位探头,学习在各种模式下进行基本测量,包括多普勒测量。然而,模拟器的使用并不能取代临床经验,而只是对临床经验的补充,在后续阶段,应在导师的指导下,在检查真实病人时反复练习(和修正)实际技能。

关于通过模拟训练获得的技能与临床效果之间的相关性,以及这些技能的长期可持续性,相关数据还相对较少[16, 17]。因此,我们认为,为了更准确地评估培训效果,最好在毕业生开始独立工作数年后对其进行实际测试控制。为此,可采用超声技能客观结构化评估(OSAUS)标准系统[18]。

为了有效地掌握模拟器,最好准备一份单独的使用指南,包括启动应用程序的时刻,以及在某些任务中以分步操作的形式对界面使用的指导。对于学生的独立工作,最好准备一个入门讲演,让住院医师和学员熟悉模拟器软件的基础知识,并由教师演示其功能。在这方面,关于在模拟器上检查人体模型某些解剖区域的方法建议也很有用。为了让学生掌握检查某些部位的方法,采用了两个学时的培训模块,一个是教师演示教材,另一个是学生独立完成。由于学生在计算机科学方面的培训水平不同,可以使用两个版本的培训计划,即在模拟器软件的操作技能方面分别投入更多和更少的时间。

一般来说,要完全掌握模拟器的功能,至少需要5-6次由教师指导的课程,这些课程分布在不同的学习领域。这些课程可能包括重复正常解剖、定位练习、超声模式的使用、器官评估参数等主题。今后,学生可以在自己方便的时候独立工作,包括在教师的远程控制下解决出现的问题。此外,虚拟模拟器还可利用软件中包含的病理病例数据库,用于学员在诊所检查真实病人时没有遇到的疾病的诊断。

至于知识的最终评估,我们认为最好是在超声扫描仪和真实病人身上进行,这样才有可能确定受试者在特定临床情况下的鉴机能力。在这种情况下,最佳

的方法似乎是检查没有病理变化的患者和存在某种疾病的患者,尽管难度更大,但住院医师或学员应向导师展示并在标准方案中正确描述。住院医师和学员之所以倾向于使用模拟器,是因为与在诊所进行的测试相比,准备和进行实际测试本身在心理上更为舒适。它不耗费时间,不涉及病人和临床设备,可以随时独立进行,学员本身也不会感到紧张。

从教师的角度来看,实践技能测试的准备工作主要是对某些动作的记忆。在测试过程中,专家也主要评估某些动作的执行和顺序,而不是其质量和结果。检查表和远程观察系统无法详细评估考生所接收图像的正确性,也无法在有疑问的情况下布置额外的任务。没有可能对不同类型病人的体格进行评估,在没有呼吸运动的情况下评估标准化的正常解剖图像,也不进行多位置扫描。不过,这里的问题已经不是模拟器本身的操作原理和功能,而是现有的测试方法和原则。

如果我们对虚拟超声模拟器Vimedix 3.2的程序技术装备进行评估,它可以对专家在培训过程中应该掌握的主要检查类型进行相当完整的模拟。在这方面,我们认为可以对其进行改进并扩大其应用范围,以培训在超声控制下对各种器官进行穿刺和对胃肠道进行回声内窥镜检查等相关技术。

## 结论

Vimedix 3.2模拟器应在超声专家培训的初始阶段使用,以练习不同部位的检查技术,包括特定的临床情况。我们认为,在这一阶段使用模拟器进行认证和鉴定不如在临床上对真实病人进行测试。为了充分利用模拟器,建议在培训中开发和更多的方法材料和培训模块,改变掌握实际技能的方法。

在教学过程中使用虚拟模拟器Vimedix 3.2的主要优点是:学生工作起来心理舒适、掌握时间短、可以小组合作、有大量病例数据库、位于医学院大楼内。

已发现的使用模拟器的缺点包括无法练习与病人一起工作的实际操作、探头定位错误以及CD模式下的图像质量不尽人意。这些缺点并不严重,但需要在临床工作中进一步修正所掌握的技能。

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. V.A. Vasiliev — concept and design of the study, data analysis, writing the text of the article; S.N. Kondrichina — collection and processing of materials.



## REFERENCES

- Meller G. A typology of simulators for medical education. *J Digit Imaging*. 1997;10(Suppl. 1):194–196. doi: 10.1007/BF03168699
- Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Quality and Safety in Health Care*. 2004;13(Suppl. 1):2–10. doi: 10.1136/qshc.2004.009878
- Alinier G. A typology of educationally focused medical simulation tools. *Medical Teacher*. 2007;29(8):243–250. doi: 10.1080/01421590701551185
- Gorshkov MD, Nikitenko AI. Review of russian and world experience: usage of virtual simulators in training of endosurgeons. *Virtual'nye tekhnologii v meditsine*. 2009;1(1):15–18. EDN: QBAVGC doi: 10.46594/2687-0037\_2009\_1\_18
- Gorshkov MD, Fedorov AV. Classification of the simulation equipment. *Virtual'nye tekhnologii v meditsine*. 2012;2(8):23–35. EDN: BJWHJB doi: 10.46594/2687-0037\_2012\_2\_21
- Svistunov AA, editor. *Simulation training in medicine*. Moscow: Sechenov University Publishing; 2013. (In Russ). EDN: XVVEDZ doi: 10.46594/9785423501099
- Chalouhi GE, Bernardi V, Gueneuc A, et al. Evaluation of trainees' ability to perform obstetrical ultrasound using simulation: challenges and opportunities. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;214(4):525–528. doi: 10.1016/j.ajog.2015.10.932
- Hani S, Chalouhi G, Lakissian Z, Sharara-Chami R. Introduction of Ultrasound Simulation in Medical Education: Exploratory Study. *JMIR Med Educ*. 2019;5(2):13568. doi: 10.2196/13568
- Ovsianikova LS, Shunkova SA, Kespleri EV. The importance of simulation technologies in improving the quality of training of specialists in ultrasound diagnostics. *VI International (76 All-Russian) Scientific and Practical Conference "Topical Issues of Modern Medical Science and Public Health"*. 2021;3:642–645.
- Freundt P, Nourkami-Tutdibi N, Tutdibi E, et al. Controlled Prospective Study on the Use of Systematic Simulator-Based Training with a Virtual, Moving Fetus for Learning Second-Trimester Scan: FESIM III. *Ultraschall Med*. 2023;44(4):e199–e205. doi: 10.1055/a-1984-8320
- Hatzl J, Böckler D, Hartmann N, et al. Mixed reality for the assessment of aortoiliac anatomy in patients with abdominal aortic aneurysm prior to open and endovascular repair: Feasibility and interobserver agreement. *Vascular*. 2023;31(4):644–653. doi: 10.1177/17085381221081324
- Kukla P, Maciejewska K, Strojna I, et al. Extended Reality in Diagnostic Imaging—A Literature Review. *Tomography*. 2023;9(3):1071–1082. doi: 10.3390/tomography9030088
- Vasilev VA, Vasileva AE. 3D/4D anatomical navigation in virtual ultrasound simulators. *Actual issues of fundamental and clinical morphology: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Tver, October 14, 2022*. 2022:101–105. EDN: TWYHTL
- Bernstein IH. *Likert Scale Analysis*. Elsevier; 2005. doi: 10.1016/B0-12-369398-5/00104-3
- Dietrich CF, Lucius C, Nielsen MB, et al. The ultrasound use of simulators, current view, and perspectives: Requirements and technical aspects (WFUMB state of the art paper). *Endosc Ultrasound*. 2023;12(1):38–49. doi: 10.4103/EUS-D-22-00197
- Almestehi M, Alomaim W, Rainford L, et al. Role of the virtual reality simulator (ScanTrainer) as a multidisciplinary training tool in transvaginal ultrasound: A systematic review and narrative synthesis. *Radiography (Lond)*. 2019;25(3):260–268. doi: 10.1016/j.radi.2018.12.009
- Pezel T, Dreyfus J, Mouhat B, et al. Effectiveness of Simulation-Based Training on Transesophageal Echocardiography Learning: The SIMULATOR Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*. 2023;8(3):248–256. doi: 10.1001/jamacardio.2022.5016
- Tolsgaard MG, Todsén T, Sørensen JL, et al. International multispecialty consensus on how to evaluate ultrasound competence: a Delphi consensus survey. *PLoS One*. 2013;8(2):e57687. doi: 10.1371/journal.pone.0057687

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Meller G. A typology of simulators for medical education // *J Digit Imaging*. 1997. Vol. 10, Suppl. 1. P. 194–196. doi: 10.1007/BF03168699
- Gaba D.M. The future vision of simulation in health care // *Quality and Safety in Health Care*. 2004. Vol. 13, Suppl. 1. P. 2–10. doi: 10.1136/qshc.2004.009878
- Alinier G. A typology of educationally focused medical simulation tools // *Medical Teacher*. 2007. Vol. 29, N 8. P. 243–250. doi: 10.1080/01421590701551185
- Горшков М.Д., Никитенко А.И. Применения виртуальных симуляторов в обучении эндохирургов — обзор российского и мирового опыта // *Виртуальные технологии в медицине*. 2009. Т. 1, № 1. С. 15–18. EDN: QBAVGC doi: 10.46594/2687-0037\_2009\_1\_18
- Горшков М.Д., Федоров А.В. Классификация симуляционного оборудования // *Виртуальные технологии в медицине*. 2012. Т. 2, № 8. С. 23–35. EDN: VJWHJB doi: 10.46594/2687-0037\_2012\_2\_21
- Симуляционное обучение в медицине / под ред. А.А. Свистунова. Москва : Издательство Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2013. EDN: XVVEDZ doi: 10.46594/9785423501099
- Chalouhi G.E., Bernardi V., Gueneuc A., et al. Evaluation of trainees' ability to perform obstetrical ultrasound using simulation: challenges and opportunities // *Am J Obstet Gynecol*. 2016. Vol. 214, N 4. P. 525–528. doi: 10.1016/j.ajog.2015.10.932
- Hani S., Chalouhi G., Lakissian Z., Sharara-Chami R. Introduction of Ultrasound Simulation in Medical Education: Exploratory Study // *JMIR Med Educ*. 2019. Vol. 5, N 2. P. 13568. doi: 10.2196/13568
- Овсянникова Л.С., Шунькова С.А., Кеспери Э.В. Значение симуляционных технологий в повышении качества подготовки специалистов ультразвуковой диагностики // *VI Международная (76 Всероссийская) научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения»*. 2021. Т. 3. С. 642–645.
- Freundt P., Nourkami-Tutdibi N., Tutdibi E., et al. Controlled Prospective Study on the Use of Systematic Simulator-Based Training with a Virtual, Moving Fetus for Learning Second-Trimester Scan: FESIM III // *Ultraschall Med*. 2023. Vol. 44, N 4. P. e199–e205. doi: 10.1055/a-1984-8320

11. Hatzl J., Böckler D., Hartmann N., et al. Mixed reality for the assessment of aortoiliac anatomy in patients with abdominal aortic aneurysm prior to open and endovascular repair: Feasibility and interobserver agreement // *Vascular*. 2023. Vol. 31, N 4. P. 644–653. doi: 10.1177/17085381221081324
12. Kukla P., Maciejewska K., Strojna I., et al. Extended Reality in Diagnostic Imaging—A Literature Review // *Tomography*. 2023. Vol. 9, N 3. P. 1071–1082. doi: 10.3390/tomography9030088
13. Васильев В.А., Васильева А.Э. 3D/4D анатомическая навигация в виртуальных симуляторах ультразвукового исследования // Актуальные вопросы фундаментальной и клинической морфологии: Материалы Международной научно-практической конференции, Тверь, 14 октября 2022 года. 2022. С. 101–105. EDN: TWYHTL
14. Bernstein I.H. *Likert Scale Analysis*. Elsevier, 2005. doi: 10.1016/B0-12-369398-5/00104-3
15. Dietrich C.F., Lucius C., Nielsen M.B., et al. The ultrasound use of simulators, current view, and perspectives: Requirements and technical aspects (WFUMB state of the art paper) // *Endosc Ultrasound*. 2023. Vol. 12, N 1. P. 38–49. doi: 10.4103/EUS-D-22-00197
16. Almestehi M., Alomaim W., Rainford L., et al. Role of the virtual reality simulator (ScanTrainer) as a multidisciplinary training tool in transvaginal ultrasound: A systematic review and narrative synthesis // *Radiography (Lond)*. 2019. Vol. 25, N 3. P. 260–268. doi: 10.1016/j.radi.2018.12.009
17. Pezel T., Dreyfus J., Mouhat B., et al. Effectiveness of Simulation-Based Training on Transesophageal Echocardiography Learning: The SIMULATOR Randomized Clinical Trial // *JAMA Cardiol*. 2023. Vol. 8, N 3. P. 248–256. doi: 10.1001/jamacardio.2022.5016
18. Tolsgaard M.G., Todsén T., Sorensen J.L., et al. International multispecialty consensus on how to evaluate ultrasound competence: a Delphi consensus survey // *PLoS One*. 2013. Vol. 8, N 2. P. e57687. doi: 10.1371/journal.pone.0057687

## AUTHORS' INFO

\* **Valeri. A. Vasilev**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor; address: 33 Lenin Ave, Petrozavodsk, 185910, Russia; ORCID: 0000-0001-7164-4274; eLibrary SPIN: 3582-0940; e-mail: valerij-vasiljev@list.ru

**Svetlana. N. Kondrichina**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor; ORCID: 0000-0001-8472-9146; e-mail: konsvet12@gmail.com

## ОБ АВТОРАХ

\* **Васильев Валерий Анатольевич**, канд. мед. наук, доцент; адрес: Россия, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33; ORCID: 0000-0001-7164-4274; eLibrary SPIN: 3582-0940; e-mail: valerij-vasiljev@list.ru

**Кондричина Светлана Николаевна**, канд. мед. наук, доцент; ORCID: 0000-0001-8472-9146; e-mail: konsvet12@gmail.com

\* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку