

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2020.03.003

## 正常新西兰白兔阴茎组织超声成像特征的研究\*

喻利<sup>1,2</sup> 李刚<sup>1</sup> 吴蓉<sup>1</sup> 杜联芳<sup>1</sup> 张明宏<sup>2</sup> 张洋<sup>2</sup> 朱仕晋<sup>2</sup> 邢晋放<sup>1,3,Δ</sup>

(1 上海交通大学附属第一人民医院超声医学科 上海 200080; 2 上海市静安区市北医院特检科 上海 200443;

3 复旦大学附属浦东医院超声医学科 上海 201399)

**摘要 目的:**明确正常新西兰白兔阴茎组织超声成像特征。**方法:**性成熟健康新西兰白兔3只(月龄4-5月), 猝死后将阴茎切除放入4%中性福尔马林中固定24小时。将阴茎标本置入纯净水中, 进行超声成像, 扫描切面选择阴茎横截面。将阴茎标本横断面制成病理切片, 进行HE染色观察。**结果:**超声成像清晰显示: 阴茎包皮及皮下软组织、阴茎海绵体白膜、阴茎海绵体、尿道海绵体, 这些结构的空间位置关系与阴茎标本和组织病理切片完全一致; 同时, 利用二维超声图像显示的白膜边界进行阴茎海绵体内径的测量, 测值与组织病理切片基本一致。**结论:**利用二维超声可以观察和测量新西兰白兔阴茎组织结构, 超声成像可以作为新西兰白兔阴茎疾病模型研究的一项影像学检测方法。

**关键词:**动物实验; 新西兰白兔; 阴茎组织; 超声成像; 阴茎海绵体

中图分类号: R-33; R322.64; R445.1 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2020)03-413-05

## Experimental Study on Ultrasound Imaging of Normal New Zealand White Rabbit Penile Tissue\*

YU Li<sup>1,2</sup>, LI Gang<sup>1</sup>, WU Rong<sup>1</sup>, DU Lian-fang<sup>1</sup>, ZHANG Ming-hong<sup>2</sup>, ZHANG Yang<sup>2</sup>, ZHU Shi-jin<sup>2</sup>, XING Jin-fang<sup>1,3,Δ</sup>

(1 Department of Medical Ultrasound, Shanghai General Hospital, Shanghai JiaoTong University School of Medicine,

Shanghai, 200080, China; 2 Department of Special inspection, Shibe Hospital, Shanghai, 200443, China;

3 Department of Medical Ultrasound, Fudan University Pudong Medical Center, Shanghai, 201399, China)

**ABSTRACT Objective:** To identify the ultrasound imaging features of normal New Zealand white rabbits' penile tissues. **Methods:** Three healthy New Zealand male rabbits (4-5 months) were euthanized, then the penis was separated and enclosed in 4.0% neutral formalin for 24 hours. The sample penis was placed in purified water for ultrasound imaging, with scanning the cross section of the cut penis. The sample penis was made into pathological sections and observed by HE staining. **Results:** It's clearly observed and indicated using ultrasound imaging that the spatial positional relationships among penile foreskin and subcutaneous soft tissue, the tunica albuginea, the corpus cavernosum, and the urethral cavernosum are identical to the sample penis and histopathological sections. Consistently, the measured inner diameter of the corpus cavernosum using the two-dimensional ultrasound image with the tunica albuginea as the boundary, was almost equal to the value of the histopathological section. **Conclusion:** Two-dimensional ultrasound imaging can be used to observe and measure the penile tissue structure of New Zealand white rabbits. Method of ultrasound imaging can be used for the study of New Zealand white rabbits' penile diseases model.

**Key words:** Animal experiment; New Zealand white rabbit; Penile tissue; Ultrasound imaging; Corpus cavernosum

**Chinese Library Classification(CLC):** R-33; R322.64; R445.1 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2020)03-413-05

### 前言

由于各种原因, 男性往往对自身生殖系统方面的疾病缺乏一定的认知, 对自我的保健知识亦认知不多, 相对地男性就诊的频率远比女性低得多。随着科学发展, 社会进步, 人们的工作生活压力越来越大, 男性尤其明显, 男科疾病的发病率亦有所提升。超声检查在生殖结构的形态描述和生殖疾病的诊断中是准确的、有效的, 它通过提供关于正常解剖结构和形态特征来

为不同结构和生殖疾病的临床诊断评估提供相关信息。此外, 超声检查可以在患者无明显不适和低成本的情况下进行, 具有无创, 操作简捷, 重复性好, 无明显禁忌症, 易于观察随访等特点, 已经常规应用于人类阴茎组织疾病的诊断<sup>[1-8]</sup>。在勃起功能障碍评估期间或阴茎疾病调查期间, 人们经常对人的阴茎进行超声检查, 但其在阴茎评估中的动物是零星的, 如犬的阴茎功能解剖学和超声波检查<sup>[9]</sup>。

新西兰兔阴茎呈圆柱体, 表面被覆皮肤和筋膜, 包含两条

\* 基金项目: 上海市自然科学基金项目(17ZR1422400); 上海申康医院发展中心临床科技创新项目(SHDC22015011)

作者简介: 喻利(1985-), 硕士研究生, 主要研究方向: 男性生殖超声医学, 电话: 15921689917, E-mail: yulijingan@163.com

Δ 通讯作者: 邢晋放, E-mail: xingshi7018@163.com

(收稿日期: 2019-05-23 接受日期: 2019-06-18)

背侧阴茎海绵体和一条腹侧尿道海绵体,且阴茎海绵体和尿道海绵体分隔完整,血供由阴部内动脉发出并分支,这些特点和人类的阴茎解剖结构非常相似<sup>[10]</sup>。新西兰白兔作为男科学研究的常用及主要实验动物,通常用于阴茎组织病变模型的建立,因此,了解新西兰白兔阴茎组织的正常超声成像特征,对于准确评估阴茎组织病变模型十分重要。但是,据作者所知,目前暂无新西兰白兔阴茎组织的超声成像特征的报道,据此,作者试图通过本项研究,明确正常新西兰白兔阴茎组织的超声成像特征。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物

随机选取上海交通大学医学院附属上海市第一人民医院实验动物中心健康新西兰雄性白兔(4-5月龄)3只,体重3 Kg, 2.73 Kg, 2.6 Kg。白兔均在相同环境(室温、饮食及饮水供给等)下进行同步饲养,适应期为1周。本研究经上海交通大学医学院动物保护与使用委员会批准设计并实施。

### 1.2 仪器

超声设备 Aixplorer® (SuperSonic Imagine)用于二维超声成像,所选探头为 SuperLinear™SL15-4 (SuperSonic Imagine)。

### 1.3 超声成像

兔子猝死后,在其阴茎背侧皮肤上缝一根黑线作为标记,猝死后将阴茎切除放入4.0%中性福尔马林中固定24小时,将阴茎标本置入纯净水中,进行超声成像,扫查切面选择阴茎横截面。有关 Aixplorer 设置的信息如下:焦深为1.0-2.0 cm,增益为30%,平均帧为12 Hz。

### 1.4 组织学检查

切取的阴茎组织在4%多聚甲醛中固定24小时,取出后用水冲洗,然后通过浓度梯度逐渐增加的乙醇脱水并在二甲苯中透明后,将阴茎组织块包埋在石蜡中。将石蜡包埋的组织切成3 μm切片并平展于10%多聚-L-赖氨酸包被的载玻片上。切片脱蜡至水后依次置入苏木精、伊红染液中染色,浓度梯度逐渐增加的乙醇脱水、二甲苯中透明及中性树脂胶封片,光镜下观察分析阴茎组织成分。

### 1.5 图像采集和分析

光镜下观察 HE 染色切片,图像分析由具有5年以上经验的专业病理学家进行。

### 1.6 统计学分析方法

采用 SPSS18.0 统计分析软件。利用二维超声显示的白膜边界进行阴茎海绵体内径的测量,单位选择 mm,测量三次取平均值,以平均值±标准差表示。光镜下测量阴茎海绵体内径(包含白膜),单位选择 mm,仅为测量一次数值。用+, ++, +++, +++, +++++ 表示阴茎组织显示的清晰程度,从不清晰至清晰,呈递增趋势。

## 2 结果

### 2.1 阴茎二维超声图像(见图 1A)

阴茎海绵体呈低回声,尿道海绵体呈等回声,回声分布均匀,阴茎海绵体位于阴茎的背侧,尿道海绵体位于阴茎的腹侧,包绕阴茎海绵体的白膜呈高回声,回声均匀,回声强度明显高于阴茎海绵体,边界清晰,高回声的白膜可作为阴茎海绵体和

尿道海绵体的分界。最外层的环状高回声为皮肤和上皮组织。

### 2.2 阴茎标本图像(见图 1B)

阴茎主要由一对阴茎海绵体和单个尿道海绵体构成,外面包以上皮组织和皮肤而构成。阴茎海绵体、白膜及尿道海绵体结构清晰,阴茎海绵体位于阴茎的背侧,呈褐色;白膜包绕阴茎海绵体,呈环状白色;尿道海绵体位于阴茎腹侧,呈乳白色,尿道位于尿道海绵体内,呈花瓣状,为不规则形的管腔。

### 2.3 病理 HE 染色图像(×20倍)(见图 1C)

20倍光镜下显示:阴茎主要由一对阴茎海绵体和单个尿道海绵体构成,外面包以鳞状上皮和疏松结缔组织而构成。阴茎海绵体、白膜及尿道海绵体结构清晰,阴茎海绵体位于阴茎的背侧,呈网状淡染,由大量平滑肌细胞、血窦和少量胶原组成;白膜包绕阴茎海绵体,为淡红色的致密结缔组织,由大量胶原、成纤维细胞以及散在平滑肌细胞组成;尿道海绵体位于阴茎腹侧,周边为染色较淡的疏松结缔组织,尿道位于尿道海绵体内,呈花瓣状,为不规则形的管腔,内衬有上皮细胞。

### 2.4 二维超声与光镜下新西兰白兔阴茎组织结构对比(表 1)

二维超声与光镜下新西兰白兔阴茎组织结构的对比结论如下:二维超声(横截面)清晰显示,兔阴茎包皮及皮下软组织、阴茎海绵体白膜、阴茎海绵体、尿道海绵体,而这些结构的空间位置关系与相应位置兔阴茎标本及组织病理切片(横截面)完全一致;同时,二维超声图像显示的白膜边界进行阴茎海绵体内径的测量,测值与组织病理切片的测量值基本一致。

## 3 讨论

随着国家经济实力不断提升和人民生活质量的逐年改善,以及文化观念的进步,近年来,男科疾病的就诊人数大幅度增加,男科疾病的研究日益受到国内外学者的关注。阴茎疾病是男科疾病的主要和重要组成部分,其中包括阴茎先天畸形、阴茎创伤(性生活、医源性、外伤)、自身免疫、感染、阴茎海绵体白膜的肿瘤、炎症、阴茎硬结症、阴茎勃起功能障碍(Erectile Dysfunction, ED)等,同时,阴茎疾病的外科治疗有可能引起白膜的缺损,加重弯曲或者使阴茎短缩从而严重影响性生活质量<sup>[11-13,15]</sup>;同时伴有不同程度的心理和社会功能障碍<sup>[14]</sup>。

现已研究表明,阴茎疾病的发生率远高于以往的认识。例如:在没有尿道下裂的情况下,阴茎弯曲的患病率为4-10%<sup>[15]</sup>;阴茎硬结症的发病率远超过既往的认识(0.3%-9%)<sup>[16-22]</sup>,在成年男性中可以达到13.1%<sup>[23]</sup>;全世界ED的患病率和发病率也很高:在MMAS研究的长期数据和荷兰的一项研究(平均随访4.2年)中,ED的发病率分别为2.6%和1.92%<sup>[24,25]</sup>,四分之一的ED初诊患者年龄小于40岁,近50%的年轻男性抱怨存在严重的ED<sup>[26]</sup>。

因此,阴茎疾病的研究已成为男科研究的热点。建立一种稳定、可靠、实用的动物模型,对于研究阴茎疾病以及白膜的修复重建具有重要意义。目前,国内外对于男科的研究相对落后,对阴茎及其白膜的研究也不例外,没有统一的动物模型标准,目前男科疾病的动物模型主要采用大鼠、兔和狗等。大鼠虽然容易饲养,可大批量进行生产、实验,但阴茎的体积小,实验观察及手术操作的难度大。有研究表明,狗的阴茎解剖结构可以通过传统的B超检查来获得,并且能够准确用于阴茎检查<sup>[27]</sup>,但

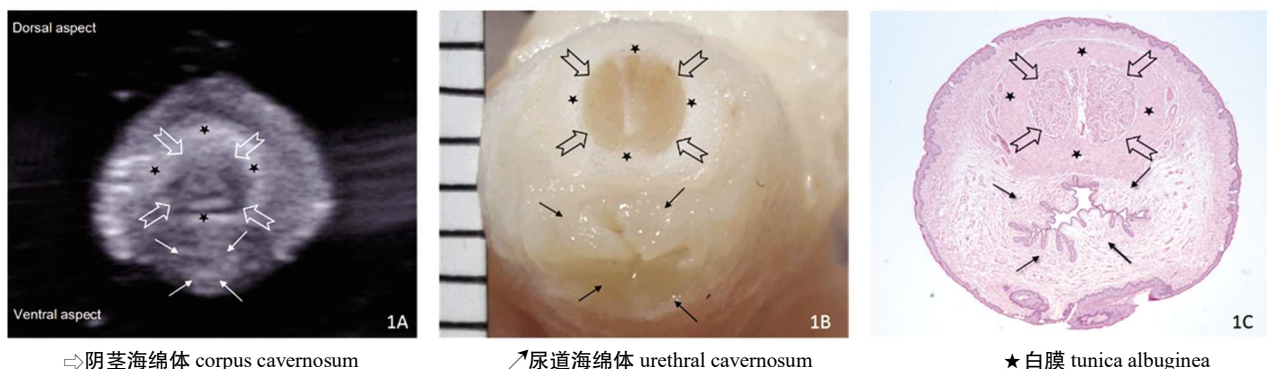


图 1A 兔子阴茎组织超声横切面图像 阴茎海绵体(⇨空心箭头)位于阴茎的背侧,呈均匀的低回声;尿道海绵体(↗实心箭头)位于阴茎的腹侧,呈均匀的等回声;包绕阴茎海绵体的白膜(★黑色实心五角星)呈均匀的高回声,边界清晰,高回声的白膜可作为阴茎海绵体和尿道海绵体的分界。最外层环状高回声为皮肤和上皮组织结构。

图 1B 兔子阴茎标本横切面图像 阴茎海绵体(⇨空心箭头)位于阴茎的背侧,呈褐色;尿道海绵体(↗实心箭头)位于阴茎的腹侧,呈乳白色;白膜(★黑色实心五角星)为包绕阴茎海绵体的致密结缔组织,呈环状白色。

图 1C 兔子阴茎组织 HE 染色横切面图像 阴茎海绵体(⇨空心箭头)位于阴茎的背侧,呈网状淡染,由大量平滑肌细胞、血窦和少量胶原组成;白膜(★黑色实心五角星)包绕阴茎海绵体,为淡红色的致密结缔组织,由大量胶原、成纤维细胞以及散在平滑肌细胞组成;尿道海绵体(↗实心箭头)位于阴茎腹侧,周边为染色较淡的疏松结缔组织,尿道位于尿道海绵体内,呈花瓣状,为不规则的管腔,内衬有上皮细胞。

Fig.1A Ultrasound cross-sectional image of rabbit penis. The corpus cavernosum (⇨ hollow arrow) was located on the dorsal side of the penis, and it appeared as a uniform low echo; the urethral cavernosum (↗ solid arrow) was located on the ventral side of the penis and it appeared as a uniform equal echo; the tunica albuginea (★ black solid pentagram) which wrapped around the corpus cavernosum showed a uniform high echo with clear boundaries.

The tunica albuginea showing hyperechoic can be used as a boundary between the corpus cavernosum and the urethral cavernosum; the outermost ring-shaped hyperechoic showed the structure of the skin and epithelium.

Fig.1B Cross-sectional image of specimen of rabbit penis. The corpus cavernosum (⇨ hollow arrow) was located on the dorsal side of the penis and appeared brown, the urethral cavernosum (↗ solid arrow) was located on the ventral side of the penis and appeared milky, and the tunica albuginea (★ black solid pentagram) was a dense connective tissue surrounding the corpus cavernosum and appeared as a ring of white.

Fig.1C HE-stained cross-sectional image of rabbit penis. The corpus cavernosum (⇨ hollow arrow) was located on the dorsal side of the penis and was shown as a reticularly lightly stained, composed of a large number of smooth muscle cells, sinusoids and a small amount of collagen; the tunica albuginea (★ black solid pentagram) wrapped around the corpus cavernosum, which was a light red dense connective tissue composed of a large number of collagen, fibroblasts, and scattered smooth muscle cells. The urethral cavernosum (↗ solid arrow) was located on the ventral side of the penis, and its periphery was a loosely stained connective tissue. The urethra was located in the urethral sponge and was in the shape of a petal. It was an irregular shaped lumen lined with epithelial cells.

表 1 二维超声与光镜下新西兰白兔阴茎组织结构对比

Table 1 Comparison of New Zealand white rabbit penis tissue under two-dimensional ultrasound and light microscopy

The transverse section of penis tissue	Two-dimensional ultrasound			Light microscopy		
	rabbit A	rabbit B	rabbit C	rabbit A	rabbit B	rabbit C
Corpus cavernosum	+++	+++	+++	+++++	+++++	+++++
Urethral cavernosum	+++	+++	+++	+++++	+++++	+++++
tunica albuginea	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
The diameter of the corpus cavernosum containing the tunica albuginea (mm)	3.3± 0.58	2.7± 0.58	2.7± 0.58	3.283	2.796	2.652

清晰度:优(++++),良(+++),一般(++),模糊(++),差(+).

注:一般(含一般)以上,组织结构均可以区分。

Clarity: excellent(++++), good(+++), general(++), fuzzy(++), poor(+).

Explanation: The general level (including general) and above, the tissue structure can be distinguished.

是狗的性发育成熟晚且价格昂贵。有研究认为新西兰兔是一种较为理想的研究阴茎病变的实验动物<sup>[10]</sup>。兔具有繁殖力强,容易饲养,性情温和,可大批量进行实验、遗传背景清楚等特点,且对药物的敏感性较强,与其他动物相比,有很大的优越性。而兔

与人类胚胎尿道发育的同一过程在相对时间与形态上具有较大的相似性<sup>[29]</sup>,兔阴茎与人类阴茎结构较为接近,亦是由一对阴茎海绵体和单个尿道海绵体形成的圆柱形器官,尿道海绵体围绕尿道并形成远端的阴茎头;且兔的阴茎比大鼠的阴茎大得

多,更利于阴茎组织相关实验的观察和手术操作。

近几年利用新西兰白兔作为阴茎疾病的动物模型已有不少,如 MSCs 与 CD34<sup>+</sup> 单核细胞共培养联合细胞支架植入体内构建兔阴茎海绵体、枸杞多糖对糖尿病性 ED 兔阴茎海绵体氧化应激的影响、脂肪间充质干细胞复合丝素材料修复兔阴茎海绵体白膜缺损的实验研究、尿道下裂阴茎解剖特点及其临床应用的初步研究等<sup>[29-32]</sup>。

超声检查是评估许多软组织结构和与血管系统不直接相关的阴茎的解剖学和生理学异常的常用选择方式<sup>[33,34]</sup>。经典的二维超声检查单独或结合彩色多普勒超声检查常规应用于人类阴茎组织的疾病诊断<sup>[35]</sup>。超声除了是一种非侵入性的,高度敏感的,耐受性良好且广泛可用的成像方式外,还被认为是评估许多阴茎疾病的极好方法<sup>[1]</sup>。无论是在阴茎评估中的可用性还是有效性,在诊断方面,如阴茎外伤和阴茎硬结症,在鉴别病因学方面,如阴茎异常勃起和勃起功能障碍。如何区分阴茎的正常结构以及病理方面的超声技术知识对于诊断极其重要。目前,线阵探头的最大频率为 12-15 MHz,这增加了超声图像的清晰度。

彩色多普勒超声检查能较好的定位阴茎海绵体破裂的部位和破裂口的大小及观察阴茎的血流情况,能够准确判断阴茎海绵体动脉是否断裂、有无动静脉瘘及假性动脉瘤的形成<sup>[36]</sup>。有研究表明超声可以提示阴茎硬结症的斑块特点和阴茎血管系统的评估,这有利于制定阴茎硬结症的治疗计划和研究<sup>[37]</sup>。因为没有一种治疗方法适合每个人,所以在治疗前做出准确的诊断至关重要,并且在进行任何形式的治疗之前,应确定斑块大小,数目,位置,形态,稳定性以及与疾病相关的超微结构改变等因素。在多普勒研究中,斑块周围增加的血流可以提示处于炎症活动期,缺乏血供可以提示处于稳定期<sup>[38]</sup>。超声不仅可用于鉴别病变,还可用于确定它们与血管束的关系<sup>[39]</sup>。

彩色多普勒超声亦是阴茎异常勃起研究的首选成像方法,通过这种方法,可以诊断阴茎异常勃起并区分其低流量(又称缺血性,静脉异常勃起)和高流量(又称非缺血性,动脉异常勃起)形式。大多数器质性原因引起的勃起功能障碍病例与阴茎海绵体血流的变化有关,以闭塞性动脉疾病为代表,最常见的原因是动脉粥样硬化,或由于静脉闭塞机制的失败<sup>[40]</sup>。在多普勒超声检查之前,必须以二维超声模式检查阴茎,以便识别可能存在的肿瘤,纤维化斑块、钙化或水肿,以及评估阴茎动脉血管的二维图像特点,其血管可以是弯曲的、变细的或动脉粥样硬化的。用彩色多普勒超声评估是否为血管性勃起功能障碍,可以避免部分无效的治疗,疾病的复发,不必要的后遗症<sup>[41]</sup>。

新西兰白兔作为男科学研究的常用及主要实验动物,通常用于阴茎组织病变模型的建立;超声影像是阴茎疾病首先且必要的临床影像检查方法,在进行阴茎疾病模型研究中通常需要获得超声影像检查结果。因此,了解新西兰白兔阴茎组织的正常超声成像特征,对于利用新西兰白兔进行阴茎组织病变的研究至关重要,正确解读正常新西兰白兔阴茎的超声影像特征是获得正确阴茎超声影像结果的基础。我们的研究结果显示:正常新西兰白兔阴茎组织的二维超声成像,可以清晰地显示阴茎包皮及皮下软组织、阴茎海绵体白膜、阴茎海绵体、尿道海绵体的结构,这些结构的空

间位置关系与阴茎标本和组织病理切片完全一致。同时,利用二维超声图像显示的白膜边界进行阴茎海绵体内径的测量,测值与组织病理切片基本一致。这一研究结果提示:利用二维超声可以观察和测量新西兰白兔阴茎组织结构,超声成像可以作为新西兰白兔阴茎疾病模型研究的一项的影像学检测方法。

#### 参考文献(References)

- [1] Fernandes M, de Souza L, Cartafina L P. Ultrasound evaluation of the penis[J]. Radiol Bras, 2018, 51(4): 257-261
- [2] Dell Atti L. The role of ultrasonography in the diagnosis and management of penile trauma[J]. Journal of Ultrasound, 2016, 19(3): 161-166
- [3] Buyukkaya R. Role of ultrasonography with color-Doppler in the emergency diagnosis of acute penile fracture: a case report[J]. Medical Ultrasonography, 2014, 16(1): 67-69
- [4] Chung E, Yan H, De Young L, et al. Penile Doppler sonographic and clinical characteristics in Peyronie's disease and/or erectile dysfunction: an analysis of 1500 men with male sexual dysfunction [J]. BJU International, 2012, 110(8): 1201-1205
- [5] Chen L, Hu B, Feng C, et al. Predictive Value of Penile Dynamic Colour Duplex Doppler Ultrasound Parameters in Patients with Post-Traumatic Urethral Stricture[J]. Journal of International Medical Research, 2011, 39(4): 1513-1519
- [6] Bertolotto M, Zappetti R, Pizzolato R, et al. Color doppler appearance of penile cavernosal-spongiosal communications in patients with high-flow priapism[J]. Acta Radiologica, 2008, 49(6): 710-714
- [7] Golijanin D, Singer E, Davis R, et al. Doppler evaluation of erectile dysfunction - part 2[J]. Int J Impot Res, 2007, 19(1): 43-48
- [8] Kervancioglu S, Ozkur A, Bayram M M. Color Doppler sonographic findings in penile fracture[J]. Journal of Clinical Ultrasound, 2005, 33(1): 38-42
- [9] Goericke-Pesch S, Holscher C, Failing K, et al. Functional anatomy and ultrasound examination of the canine penis [J]. Theriogenology, 2013, 80(1): 24-33
- [10] 孙发. SIS 和 BECM 修复阴茎白膜缺损的实验研究 [D]. 四川大学外科学(泌外), 2006
- [11] Menon V, Breyer B, Copp H L, et al. Do adult men with untreated ventral penile curvature have adverse outcomes? [J]. J Pediatr Urol, 2016, 12(1): 31
- [12] 何梓铭. 阴茎硬结症治疗现状 [J]. 重庆医学, 2009, 38(17): 2137-2138, 2141
- [13] 朱秀波. 阴茎硬结症研究进展 [J]. 中华男科学杂志, 2013, 19(4): 355-359
- [14] Rosen R, Catania J, Lue T, et al. Impact of Peyronie's disease on sexual and psychosocial functioning: qualitative findings in patients and controls[J]. J Sex Med, 2008, 5(8): 1977-1984
- [15] Montag S, Palmer L S. Abnormalities of penile curvature: chordee and penile torsion[J]. ScientificWorldJournal, 2011, 11: 1470-1478
- [16] El-Sakka A I. Prevalence of Peyronie's disease among patients with erectile dysfunction[J]. Eur Urol, 2006, 49(3): 564-569
- [17] La Pera G, Pescatori E S, Calabrese M, et al. Peyronie's disease: prevalence and association with cigarette smoking. A multicenter population-based study in men aged 50-69 years [J]. Eur Urol, 2001, 40(5): 525-530

- [18] Lindsay M B, Schain D M, Grambsch P, et al. The incidence of Peyronie's disease in Rochester, Minnesota, 1950 through 1984[J]. *J Urol*, 1991, 146(4): 1007-1009
- [19] Mulhall J P, Creech S D, Boorjian S A, et al. Subjective and objective analysis of the prevalence of Peyronie's disease in a population of men presenting for prostate cancer screening [J]. *J Urol*, 2004, 171(6 Pt 1): 2350-2353
- [20] Rhoden E L, Teloken C, Ting H Y, et al. Prevalence of Peyronie's disease in men over 50-y-old from Southern Brazil [J]. *Int J Impot Res*, 2001, 13(5): 291-293
- [21] Schwarzer U, Sommer F, Klotz T, et al. The prevalence of Peyronie's disease: results of a large survey[J]. *BJU Int*, 2001, 88(7): 727-730
- [22] Sommer F, Schwarzer U, Wassmer G, et al. Epidemiology of Peyronie's disease[J]. *Int J Impot Res*, 2002, 14(5): 379-383
- [23] Dibenedetti D B, Nguyen D, Zografos L, et al. A Population-Based Study of Peyronie's Disease: Prevalence and Treatment Patterns in the United States[J]. *Adv Urol*, 2011, 2011: 282503
- [24] Johannes C B, Araujo A B, Feldman H A, et al. Incidence of erectile dysfunction in men 40 to 69 years old: longitudinal results from the Massachusetts male aging study[J]. *J Urol*, 2000, 163(2): 460-463
- [25] Schouten B W, Bosch J L, Bernsen R M, et al. Incidence rates of erectile dysfunction in the Dutch general population. Effects of definition, clinical relevance and duration of follow-up in the Krimpen Study[J]. *Int J Impot Res*, 2005, 17(1): 58-62
- [26] Capogrosso P, Colicchia M, Ventimiglia E, et al. One patient out of four with newly diagnosed erectile dysfunction is a young man--worrisome picture from the everyday clinical practice [J]. *J Sex Med*, 2013, 10(7): 1833-1841
- [27] Payan-Carreira R, Bessa A C. Application of B-mode ultrasonography in the assessment of the dog penis [J]. *Anim Reprod Sci*, 2008, 106(1-2): 174-180
- [28] 戎冬文, 杨晓峰, 米振国, 等. 尿道下裂兔动物模型的建立[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2006, (S2): 92-94
- [29] 李瑞庭, 刘志瀚, 冀晨阳, 等. MSCs 与 CD34+ 单核细胞共培养联合脱细胞支架植入体内构建阴茎海绵体[J]. *岭南现代临床外科*, 2017, 17(2): 177-182
- [30] 赵硕涵, 罗琼, 向春燕, 等. 枸杞多糖对糖尿病性 ED 阴茎海绵体氧化应激的影响: 营养与糖尿病并发症 - 达能营养中心第十六届学术会议, 中国湖北武汉[C]
- [31] 连学刚. 脂肪间充质干细胞复合丝素材料修复兔阴茎海绵体白膜缺损的实验研究[D]. 苏州大学儿科学, 2011
- [32] 谢林海. 尿道下裂阴茎解剖特点及其临床应用的初步研究[D]. 北京协和医学院; 中国医学科学院; 清华大学医学部; 北京协和医学院中国医学科学院外科学(整形), 2013
- [33] Doubilet P M, Benson C B, Silverman S G, et al. The penis[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 1991, 12(2): 157-175
- [34] Herbener T E, Seftel A D, Nehra A, et al. Penile ultrasound[J]. *Semin Urol*, 1994, 12(4): 320-332
- [35] 梁智勇, 徐卫东, 邓凯莉, 等. 阴茎疾病的高频彩超诊断价值[J]. *中华男科学杂志*, 2014, 20(5): 470-473
- [36] 袁新春, 罗礼云, 陈莉, 等. 彩色多普勒超声对阴茎海绵体破裂的诊断价值: 2013 中国(北京)超声医学学术大会, 北京[C].
- [37] Chen J Y, Hockenberry M S, Lipshultz L I. Objective Assessments of Peyronie's Disease[J]. *Sex Med Rev*, 2018, 6(3):438-445
- [38] Kalokairinou K, Konstantinidis C, Domazou M, et al. US Imaging in Peyronie's Disease[J]. *J Clin Imaging Sci*, 2012, 2: 63
- [39] Bertolotto M, Pavlica P, Serafini G, et al. Painful penile induration: imaging findings and management [J]. *Radiographics*, 2009, 29(2): 477-493
- [40] Bassiouny H S, Levine L A. Penile duplex sonography in the diagnosis of venogenic impotence[J]. *J Vasc Surg*, 1991, 13(1): 75-82, 82-83
- [41] Aiyekomogbon J O, Igashi J B, Lawan R O, et al. Colour doppler sonography of the penis in the evaluation of erectile dysfunction: Our experience in Abuja, Nigeria [J]. *Niger Postgrad Med J*, 2017, 24(4): 210-216

(上接第 427 页)

- [26] 杨荣强, 崔正军, 刘建红, 等. 辛伐他汀对大鼠烟雾吸入性肺损伤中炎症反应的抑制作用 [J]. *安徽医科大学学报*, 2017, 52(9): 1306-1309
- [27] Singh S, Grover V, Christie L, et al. A comparative study of bronchoscopic microsample probe versus bronchoalveolar lavage in patients with burns-related inhalational injury, acute lung injury and chronic stable lung disease[J]. *Respiration*, 2015, 89(1): 19-26
- [28] Reper P, Heijmans W. High-frequency percussive ventilation and initial biomarker levels of lung injury in patients with minor burns after smoke inhalation injury[J]. *Burns*, 2015, 41(1): 65-70
- [29] 陈加铤, 蔡燕杏, 陈科署, 等. 血必净注射液对重症急性胰腺炎氧化应激的影响及肺损伤的作用 [J]. *中国现代普通外科进展*, 2018, 21(12): 992-994
- [30] 程冰, 刘群, 张建明, 等. 辛伐他汀对烟雾吸入性损伤大鼠肺的保护作用[J]. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2012, 7(1): 44-48