

分娩方式与阴道松弛综合征

张浚雅, 王志莲*

基金项目: 山西省卫生健康委员会科研课题(项目编号: RK18); 山西省研究生教育创新项目(项目编号: 2019SY260)

作者单位: 030001 山西 太原, 山西医科大学第二医院

作者简介: 王志莲, 博士, 教授, 山西省学术技术带头人, 三晋英才拔尖骨干人才, 擅长盆底功能障碍性疾病的诊治及阴道整复手术。现任中华性学会第五届性医学专业委员会委员、中国整形美容协会科技创新与器官整复分会第一届理事、阴道整复与紧致专业委员会副主任委员、中国医师协会宫颈阴道镜病理学组委员、中国医师协会内异症学组委员、中国医师协会妇科肿瘤委员、中国医师协会盆底及盆腔疼痛学组委员、中华医学会山西妇产科专业委员会副主任委员、中国医疗保健国际交流促进会委员、山西省医师协会妇产科医师分会副会长兼总干事、山西省妇科诊疗质量控制中心主任、山西省卫健委妇科内镜诊疗质量控制部副主任委员、山西省抗癌协会妇科肿瘤分会副主任委员、山西省专家学者协会医学专家学者分会委员、山西省盆底功能障碍性疾病防治委员会委员等。

* 通信作者, E-mail: ZL2009wang@163.com

【关键词】 阴道松弛综合征; 盆底; 分娩方式; 阴道分娩; 剖宫产

【中图分类号】R 711.73 【文献标志码】A 【文章编号】1674-4020(2021)01-006-04

doi:10.3969/j.issn.1674-4020.2021.01.02

研究表明分娩方式与盆底功能障碍有关,如盆腔脏器脱垂(pelvic organ prolapse, POP)、压力性尿失禁及肛门失禁等,但就分娩方式对阴道松弛综合征(vaginal relaxation syndrom, VRS)影响的报道却相对较少。近年来有研究认为经阴道自然分娩可增加产后患 VRS 的风险,临床剖宫产率也因此有所增长。但也有研究认为分娩方式不是造成 VRS 的唯一因素,不能为此放宽剖宫产指征。本文将结合国内外最新文献对分娩方式与 VRS 的关系进行总结。

1 阴道松弛/阴道松弛综合征的概念

随着女性对生活质量要求的提高,妇科门诊中以“产后阴道松弛感”、“产后性满意度下降”等主诉就诊的患者逐渐增加。近年来,女性对阴道松弛困扰其生活关注度日益提高,阴道整复手术发展逐步成熟,2012 年由国际妇科泌尿协会(International Urogynecological Association, IUGA)正式提出“阴道松弛(vaginal laxity, VL)”或“VRS”^[1]这一概念。VRS 虽然是导致女性性功能障碍的主要因素^[2],可影响女性的自尊及夫妻关系,但却常常被忽视。对于 VRS 至今尚无统一定义,且临床亦无客观、标准的诊断测量方法,主要通过访谈或问卷调查依靠女性或其伴侣的主观描述做出诊断^[3,4]。目前普遍认为,VRS 是由于阴道周围结缔组织及盆底肌改变而表现为阴道口和(或)阴道壁松弛,使经阴道性生活时

对阴茎的包裹作用减弱,进而导致性生活质量下降,其发生发展可能与妊娠、分娩方式、体质量指数(body mass index, BMI)、年龄及激素水平等多种因素有关^[5-7]。

VRS 在女性中普遍存在,从 31~40 年龄组到 >60 年龄组均有发生^[8],其患病率波动在 2% 到 48% 之间^[9]。2018 年 Hans PD 等^[7]报道其在妇科泌尿学临床中发生率可高达 24%。但在一项对从事妇科泌尿学医生的调查中,563 名受访者中有 83% 的医生认为阴道松弛的就诊人数少于实际患病人数^[8]。由此推测一部分女性可能因为经济、思想观念等因素未能到医院就诊,VRS 的患病率可能远高于目前所报道的数值。VRS 对女性生命质量的危害不容忽视,了解其相关影响因素具有重要意义。

2 盆底功能障碍与阴道松弛综合征

正常成年女性阴道长约 8~10 cm,直径约 2~3.5 cm。阴道黏膜的表面由复层鳞状上皮组成,下方为丰富的纤维组织、脂肪组织及少量的腺体组织。阴道平滑肌为组织提供机械强度,为阴道提供弹性,允许性交和阴道分娩时扩张。阴道平滑肌的丧失是阴道肌层变薄的关键因素。阴道周围环绕的球海绵体肌、肛提肌、尿生殖膈及阴道括约肌等维持阴道正常的括约功能。而盆底肌肉是指封闭骨盆底的内层、中层和外层 3 组肌群。它们像吊床一样在会阴、肛门处托起膀胱、子宫、直

肠等盆腔器官,不仅承载着人体几乎 70% 的重量,还因其良好的弹性,维持着女性的身材曲线、性生活质量、排尿、排便等多项生理功能。盆底内层的肛提肌承托盆腔器官,对阴道和肛管有括约作用,损伤后可致 VRS。盆底中、外层的肌肉筋膜层具有加强肛提肌的作用。阴道分娩后,盆腔器官脱垂、压力性尿失禁和膀胱过度活动的累积发生率均与骨盆肌力有关^[10]。因此盆底肌群结构及功能的完整是保障阴道正常生理解剖及功能的基础。

VRS 是盆底功能障碍的症状之一,也是产后女性性功能障碍的常见原因^[7]。盆底功能障碍还包括 POP、压力性尿失禁和肛门失禁等,盆腔器官脱垂常与阴道过度松弛相伴随^[1]。VRS 与盆腔器官脱垂密不可分但又有别。前者为阴道壁组织及盆底肌损伤后的松弛性改变,主要是对经阴道性生活的影响及相关不适。后者更着重于盆底支持组织薄弱致盆腔器官位置下降或脱出阴道,以及伴随的功能异常。有学者证实,VRS 与盆底功能测量值有关^[11],且与 POP-Q 评分中的阴裂长度及会阴体长度(gh + pb)相关性最强^[7],因此可以认为阴道松弛症是盆腔器官脱垂的早期表现或表现之一。

3 分娩方式与阴道松弛综合征的关系

分娩是造成女性 VRS 的已知主要因素。一项调查中共纳入 84 例经产妇,对其进行产前与产后 ICIQ-VS (International Consultation on Incontinence Vaginal Symptoms) 问卷调查,其中一项内容为“你是否感觉阴道松弛?”,产前与产后回答结果存在明显差异($P < 0.001$),且阴道松弛感为产后阴道不适中最常见症状,发生率高达 60.7%^[12]。纵观分娩方式主要包括经阴道自然分娩、经阴道手术助娩(胎头吸引、产钳助娩,同时会阴侧切与否)和剖宫产(经阴道试产后剖宫产、选择性剖宫产)3 种方式,不同分娩方式对机体影响不同,造成阴道松弛的后果亦有差异。

3.1 经阴道自然分娩

正常出生婴儿头部的直径约有 10 cm,分娩时阴道要扩张到 10 cm,经过胎头的挤压,阴道扩张明显。盆底损伤是经阴道分娩的常见并发症,是盆腔器官脱垂最主要的危险因素^[13-14]。具体机制可能为阴道分娩致盆底肌功能下降,尤其是损伤肛提肌^[15],或阴道壁及阴道内口过度伸展使阴道黏膜皱襞和阴道平滑肌张力改变^[16],甚至是盆腔弹性蛋白纤维失衡以及蛋白酶和(或)弹性蛋白酶的激活^[17-19]。盆腔器官支持研究(Pevic Organ Support Study, POSST)显示,每增加一次阴道分娩,盆腔器官脱垂发生风险增加 1.2 倍^[20]。一项以人群为基础的盆腔器官脱垂危险因素的研究发现,发生脱垂的风险随阴道分娩次数的增加而增加^[21]。使用国际控尿协会(International Continence Society, ICS) POP-Q 系统和成像,发现阴道松弛度与阴道分娩相关联,且单因素分析显示亦与经阴道产次相关^[7]。在一项多元回归分析中,也发现 VRS 与阴道分娩次数呈明显相关($OR: 1.87; 95\% CI: 1.36-2.58; P < 0.001$)^[22]。阴道肌层是决定阴道壁生物

力学强度的关键结构,POP 患者阴道后壁和前壁的非血管平滑肌横截面积均减少^[23],因此有研究通过分析绵羊阴道壁肌层与分娩的关系探索分娩对阴道松弛度的影响,用改良的人 POP-Q 测定绵羊阴道壁位移或组织松弛度,母羊阴道壁结构随胎次变化,多产组绵羊阴道壁明显变薄,肌层厚度较初产母羊和未产母羊有显著差异($P < 0.001, P < 0.001$)^[24]。因此推测,经阴道自然分娩是发生 VRS 的重要危险因素,且风险随产次的增加而增高。

3.2 经阴道手术助娩

在产程延长、阻滞的状况下,由于胎头长时间的挤压再加上产钳或者胎头吸引器的助产等,常常使盆底和阴道的肌肉和筋膜撕裂,相关支撑的韧带等遭受到破坏,弹性明显降低。利用四维盆底超声检查,并分析分娩方式与 POP 的相关性,正常阴道分娩组和产钳组调整后的 OR 分别为 2.40 (95% $CI: 1.301-4.590$) 和 3.20 (95% $CI: 1.651-6.121$)^[25]。有研究显示经阴道手术助娩可增加肛提肌撕脱伤风险^[26]。2019 年的一项不同分娩方式产后 20 年横断面研究结果显示:经产钳助产发生肛提肌撕脱伤风险是顺产的 2.45 倍^[27]。由此提示,经阴道手术助娩对阴道松弛影响较经阴道自然分娩大。

3.3 选择性剖宫产

一项纳入 13 项研究的 Meta 分析结果显示,经阴道自然分娩和经阴道试产后剖宫产发生远期 POP 的风险远高于选择性剖宫产^[28]。有关女性压力性尿失禁风险研究的结果也显示:经阴道分娩最高,剖宫产次之,未产者最低^[29]。另一项纳入 80 项研究的 Meta 分析结果:与经阴道自然分娩相比,选择性剖宫产发生尿失禁和 POP 的风险均降低^[30]。清华大学第一附属医院一项队列研究显示,经阴道自然分娩后出现性生活负面影响的概率明显高于选择性剖宫产^[31]。在具有孕产史的女性中,多变量分析发现剖宫产史对于 VRS 的发生具有保护作用($aOR: 0.39; 95\% CI: 0.17-0.90; P = 0.027$)^[32]。与剖宫产相比,经阴道分娩与产后 1 年内出现阴道前壁松弛或脱垂更为相关^[33]。由此认为,选择性剖宫产较经阴道自然分娩发生阴道松弛的风险更小。

将经阴道自然分娩、经阴道手术助娩及择期(选择性)剖宫产同时纳入研究,三者与 VRS 的关系有什么不同呢? 一项 1 011 名女性在首次分娩后 5~10 年进行的纵向队列研究结果显示:与剖宫产相比,自然分娩发生压力性尿失禁($OR: 2.9; 95\% CI: 1.5-5.5$)和脱垂($OR: 5.6; 95\% CI: 2.2-14.7$)的概率更大,而经阴道手术助娩发生盆底功能障碍的风险最高,尤其是脱垂($OR: 7.5; 95\% CI: 2.7-20.9$)^[34]。另一项研究(1 528 例妇女中,选择性剖宫产组 778 例,经阴道自然分娩组 565 例,手术阴道助娩组 185 例),通过对首次分娩后 15 年盆底疾病累积发生率的统计发现,较自然分娩,剖宫产后发生 POP 的风险显著降低($aHR: 0.28; 95\% CI: 0.19-0.42$),而经阴道手术助娩发生盆腔器官脱垂的危险性明显增高($aHR: 1.88; 95\% CI: 1.28-2.78$)^[35]。由此推测,发生 VRS 风险最大

的分娩方式可能为经阴道助娩,经阴道自然分娩次之,而选择性剖宫产的风险最低。

4 导致阴道松弛综合征的其他影响因素

POSST 显示年龄、种族、BMI、经阴道分娩及胎儿体重质量均是盆腔器官脱垂的影响因素,且认为增加盆腔器官脱垂风险的是妊娠,而不仅仅是分娩方式^[20]。同样,影响 VRS 的因素也是多样的。

VRS 被认为可归因于阴道分娩时黏膜皱襞和肌肉张力的变化,可能与激素减少、阴道萎缩、绝经等相关^[36]。研究证实绝经状态与 VRS 密切相关($OR:0.31$; $95\% CI:0.08-1.22$; $P=0.10$)^[22],且单变量分析结果显示绝经增加了 VRS 的危险性^[33]。绝经后女性雌激素分泌减少,阴道壁组织胶原蛋白和弹性蛋白纤维显著减少,失去弹性,绝经状态是 VRS 的危险因素之一。也有研究认为年龄与 VRS 的存在成反比,预测阴道松弛的回归模型包括经阴道产次及年龄^[37],以 23 岁为参考年龄,年龄的年增长似乎避免了 11% 的 VRS。McLennan 等^[38]的研究也出现了类似的结果,他们报告了一项在社区妇女中的调查,VRS 在较低年龄组中更常见,18~44 岁女性为 8% 而 44 岁以上女性为 2.9%。这也与 Dietz 等^[7]的结果一致,即育龄女性中 VRS 的发病率较高^[32]。年轻女性处于育龄期,且对性生活要求和重视程度普遍高于中老年妇女,因此临床中对于年轻女性 VRS 的报道率较高。因此,年轻女性和绝经后女性均为 VRS 的需关注人群。

理论上阴道分娩可能损伤肌肉组织和神经,但妊娠期母体重力轴向变化和激素的变化均会影响其阴道松弛度。首先,妇女非妊娠正常体位时,人体正常的腹腔压力和盆腔脏器的重力轴指向骶骨,而妊娠时腰部向前突出,腹部向前隆起并向下突出,使重力轴线向前移,而使腹腔压力和盆腔脏器的重力指向盆底肌肉,使盆底肌肉处在持续受压中而逐渐松弛,因此,妊娠使盆底肌张力减弱,阴道也不例外。

其次,孕期激素水平发生变化也会影响盆底肌,有研究显示,妊娠和经阴道分娩都是发生盆底功能障碍的危险因素^[29],妊娠期间弹性蛋白酶活性更高,妊娠晚期发生显著阴道松弛。动物模型也显示产前骨盆组织的机械软化超过组织适应能力,更易出现阴道松弛^[39-40]。母体在怀孕期间会有明显为阴道分娩做准备的适应,这种适应表现为阴道整体延长、裂孔扩大、阴道松弛^[41]。妊娠期间激素水平变化亦可使盆底肌及筋膜松弛,尤其是临产时盆腔的肌肉和韧带都会充分延伸,为胎儿的娩出做好产道准备,因而即使行剖宫产,也可能会有阴道松弛现象。正常情况下阴道本身有一定的修复功能,在产后 3 个月即可恢复其弹性;但若有挤压撕裂,出现肌肉损伤,阴道弹性的恢复则需要产后盆底功能的康复锻炼及更长的时间,严重时不可恢复,因此也有研究者认为剖宫产并不能完全起到避免产后盆底松弛的作用^[42-43]。

5 小结

VRS 的发生由多种因素影响,分娩方式、年龄、绝经状态、性激素水平、妊娠等多因素均与 VRS 的发生有关,其中分娩方式可能是 VRS 发生的主要影响因素。不同分娩方式对阴道有不同的影响,经阴道分娩使得阴道被动拉伸并使相关韧带变得松弛。经阴道手术助娩可能增加 VRS 的风险,选择性剖宫产对 VRS 的影响较小。但为减少 VRS 的发生而行选择性(择期)剖宫产并不明智,分娩方式的选择应综合考虑胎儿及产妇的健康。至于分娩方式与阴道松弛究竟是什么关系,至今尚无定论,尚需通过多中心、前瞻性、大样本、长期随访的队列进行深入研究,为探究分娩方式与 VRS 之间的关系提供更好的证据。

【参考文献】

- [1] Haylen BT, Maher CF, Barber MD, et al. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic organ prolapse (POP) [J]. *International Urogynecology Journal*, 2016, 27(2):165-194.
- [2] Millheiser L, Kingsberg S, Pauls R. A cross-sectional survey to assess the prevalence and symptoms associated with laxity of the vaginal introitus [J]. *Neurourology and urodynamics*, 2010, 29(6):1102-1103.
- [3] Rowen TS. Editorial comment on "self-reported vaginal laxity—prevalence, impact, and associated symptoms in women attending a urogynecology clinic" [J]. *Journal of Sexual Medicine*, 2018, 15(11):1659-1660.
- [4] Campbell P, Krychman M, Gray T, et al. Self-reported vaginal laxity—prevalence, impact, and associated symptoms in women attending a urogynecology clinic [J]. *Journal of Sexual Medicine*, 2018, 15(11):1515-1517.
- [5] Aydin S, Arioglu AC, Batmaz G, et al. Effect of vaginal electrical stimulation on female sexual functions: A randomized study [J]. *Journal of Sexual Medicine*, 2015, 12(2):463-469.
- [6] Karcher C, Sadick N. Vaginal rejuvenation using energy-based devices [J]. *International Journal of Women's Dermatology*, 2016, 2(3):85-88.
- [7] Dietz HP, Stankiewicz M, Atan IK, et al. Vaginal laxity: what does this symptom mean? [J]. *International Urogynecology Journal*, 2018, 29(5):723-728.
- [8] Pauls RN, Fellner AN, Davila GW. Vaginal laxity: a poorly understood quality of life problem; a survey of physician members of the International Urogynecological Association (IUGA) [J]. *International Urogynecology Journal*, 2012, 23(10):1435-1448.
- [9] Roos AM, Sultan AH, Thakar R. Sexual problems in the gynecology clinic: Are we making a mountain out of a molehill? [J]. *International Urogynecology Journal*, 2012, 23(2):145-152.
- [10] Blomquist JL, Carroll M, Muñoz A, et al. Pelvic floor muscle strength and the incidence of pelvic floor disorders after vaginal and cesarean delivery [J]. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2020, 222(1):62(e1-e8).
- [11] Thibault-Gagnon S, Yusuf S, Langer S, et al. Do women notice the impact of childbirth-related levator trauma on pelvic floor and sexual function? Results of an observational ultrasound study [J]. *International urogynecology journal*, 2014, 25(10):1389-1398.
- [12] Abdool Z, Lindeque BG, Dietz HP. The impact of childbirth on

- pelvic floor morphology in primiparous Black South African women: a prospectivelongitudinal observational study [J]. *International urogynecology journal*, 2018, 29(3):369-375.
- [13] Leijonhufvud A, Lundholm C, Cnattingius S, et al. Risks of stress urinary incontinence and pelvic organ prolapse surgery in relation to mode of childbirth [J]. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2011, 204(1):70(e 1-e 7).
 - [14] Chen Y, Li FY, Lin X, et al. The recovery of pelvic organ support during the first year postpartum [J]. *BJOG*, 2013, 120(11):1430-1437.
 - [15] Dietz H, Wilson P, Milsome I. Maternal birth trauma: why should it matter to urogynaecologists? [J]. *Current opinion in obstetrics & gynecology*, 2016, 28(5):441-448.
 - [16] Tadir Y, Gaspar A, Lev-Sagie A, et al. Light and energy based therapeutics for genitourinary syndrome of menopause: Consensus and controversies [J]. *Lasers in Surgery and Medicine*, 2017, 49(2):137-159.
 - [17] Alperin M, Feola A, Duerr R, et al. Pregnancy-and delivery-induced biomechanical changes in rat vagina persist postpartum [J]. *International Urogynecology Journal*, 2010, 21(9):1169-1174.
 - [18] Alperin M, Feola A, Meyn LA, et al. Collagen scaffold: a treatment for simulated maternal birth injury in the rat model [J]. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2011, 202(6):589(e 1-e 8).
 - [19] Zong W, Jallah ZC, Stein SE, et al. Repetitive mechanical stretch increases extracellular collagenase activity in vaginal fibroblasts [J]. *J Pelvic Med Surg*, 2010, 16(5):257-262.
 - [20] Swift S, Woodman P, O'Boyle A, et al. Pevic Organ Support Study (POSST): The distribution, clinical definition, and epidemiologic condition of pelvic organ support defects [J]. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2005, 192(3):795-806.
 - [21] Rortveit G, Brown JS, Thom DH, et al. Symptomatic pelvic organ prolapse: prevalence and risk factors in a population-based, racially diverse cohort [J]. *Obstetrics and Gynecology*, 2007, 109(6):1396-1403.
 - [22] Qureshi AA, Sharma K, Thornton M, et al. Vaginal laxity, sexual distress, and sexual dysfunction: a cross-sectional study in a plastic surgery practice [J]. *AesthetSurg J*, 2018, 38(8):873-880.
 - [23] Takacs P, Gualtieri M, Nassiri M, et al. Vaginal smooth muscle cell apoptosis is increased in women with pelvic organ prolapse [J]. *International Urogynecology Journal And Pelvic Floor Dysfunction*, 2008, 19(11):1559-1564.
 - [24] Emmerson S, Young N, Rosamilia A, et al. Ovine multiparity is associated with diminished vaginal muscularis, increased elastic fibres and vaginal wall weakness: implication for pelvic organ prolapse[J]. *Scientific Reports*, 2017, 7(1):45709.
 - [25] Zhu YC, Deng SH, Jiang Q, et al. Correlation between delivery mode and pelvic organ prolapse evaluated by four-dimensional pelvic floor ultrasonography [J]. *Medical Science Monitor: International Medical Journal Of Experimental And Clinical Research*, 2018, 24:7891-7897.
 - [26] Urbankova, Grohregin K, Hanacek J, et al. The effect of the first vaginal birth on pelvic floor anatomy and dysfunction [J]. *International Urogynecology Journal*, 2019, 30(10):1689-1696.
 - [27] Lin S, Atan IK, Dietz HP, et al. Delivery mode, levator avulsion and obstetric anal sphincter injury: A cross-sectional study 20 years after childbirth [J]. *The Australian & New Zealand Journal Of Obstetrics & Gynaecology*, 2019, 59(4):590-596.
 - [28] Leng B, Zhou Y, Du S, et al. Association between delivery mode and pelvic organ prolapse: A meta-analysis of observational studies [J]. *European Journal of Obstetrics & Gynecology & Reproductive Biology*, 2019, 235(1):19-25.
 - [29] Guri R, Anne KD, Yngvild SH, et al. Urinary incontinence after vaginal delivery or cesarean section [J]. *The New England journal of medicine*, 2003, 348(10):900-907.
 - [30] Keag OE, Norman JE, Stock SJ, et al. Long-term risks and benefits associated with cesarean delivery for mother, baby, and subsequent pregnancies: Systematic review and meta-analysis [J]. *Plos Medicine*, 2018, 15(1):1-22.
 - [31] Li WY, Liabsuetrakul T, Stray-Pedersen B. Effect of mode of delivery on perceived risks of maternal health outcomes among expectant parents: a cohort study in Beijing, China [J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2014, 14(1):12.
 - [32] Talab S, Al-Badr A, AlKusayer GM, et al. Correlates of vaginal laxity symptoms in women attending a urogynecology clinic in Saudi Arabia [J]. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 2019, 145(3):278-282.
 - [33] Chen Y, Johnson B, Li FY, et al. The effect of body mass index on pelvic floor support 1 year postpartum [J]. *Reproductive Sciences*, 2016, 23(2):234-238.
 - [34] Handa VL, Blomquist JL, Knoepp LR, et al. Pelvic floor disorders 5-10 years after vaginal or cesarean childbirth [J]. *Obstetric Anesthesia Digest*, 2012, 32(4):226-227.
 - [35] Joan LB, Alvaro M, Megan C, et al. Association of delivery mode with pelvic floor disorders after childbirth [J]. *JAMA*, 2018, 320(23):2438-2447.
 - [36] Tadir Y, Gaspar A, Lev-Sagie A, et al. Light and energy based therapeutics for genitourinary syndrome of menopause: Consensus and controversies [J]. *Lasers Surg Med*, 2017, 49(2):137-159.
 - [37] Manzini C, Friedman T, Turel F, et al. Vaginal laxity: what measure of levator ani distensibility is the most predictive? [J]. *Ultrasound ObstetGynecol*, 2019, 55(5).
 - [38] MacLennan AH, Taylor AW, Wilson DH, et al. The prevalence of pelvic floor disorders and their relationship to gender, age, parity and mode of delivery [J]. *BJOG*, 2000, 107(12):1460-1470.
 - [39] Feola A, Moalli P, Alperin M, et al. Impact of pregnancy and vaginal delivery on the passive and active mechanics of the rat vagina [J]. *Ann Biomed Eng*, 2011, 39(1):549-558.
 - [40] Feola A, Abramowitch S, Jones K, et al. Parity negatively impacts vaginal mechanical properties and collagen structure in rhesus macaques [J]. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2010, 203(6):595(e 1-e 8).
 - [41] Oliphant SS, Nygaard IE, Zong W, et al. Maternal adaptations in preparation for parturition predict uncomplicated spontaneous delivery outcome [J]. *Am J ObstetGynecol*, 2014, 211(6):630(e 1-e 7).
 - [42] Gyhagen M, Bullarbo M, Nielsen TF, et al. Prevalence and risk factors for pelvic organ prolapse 20 years after childbirth: a national cohort study in singleton primiparae after vaginal or caesarean delivery [J]. *BJOG*, 2013, 120(2):152-160.
 - [43] Volløyhaug I, Mørkved S, Salvesen KÅ. Authors' reply re: Pelvic organ prolapse and incontinence 15-23 years after first delivery: a cross-sectional study [J]. *BJOG*, 2015, 122(12):1715.