

直肠系膜临床解剖学的研究与进展

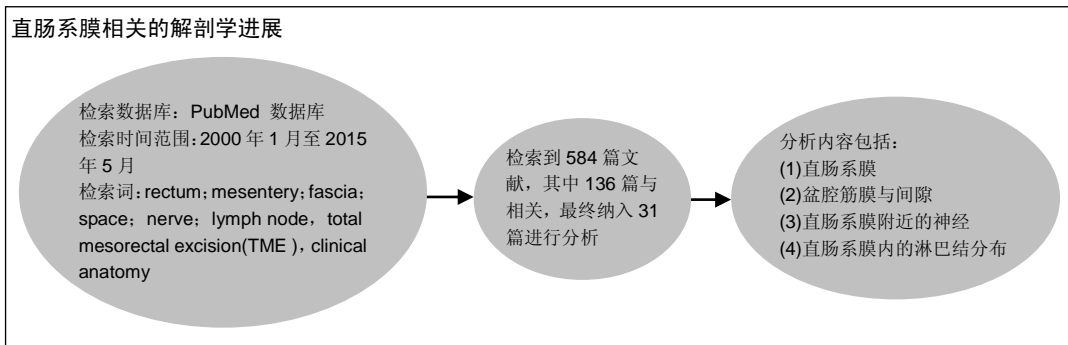
李文睿¹, 周乐群², 张卫光³(¹北京大学第二临床医学院, 北京市 100044; ²北京大学第三临床医学院, 北京市 100191; ³北京大学基础医学院人体解剖学与组织胚胎学系, 北京市 100191)

引用本文: 李文睿, 周乐群, 张卫光. 直肠系膜临床解剖学的研究与进展[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(7):1051-1056.

DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.07.020

ORCID: 0000-0001-5055-4907(张卫光)

文章快速阅读:



李文睿, 男, 1993年生, 湖南省人, 汉族, 北京大学在读硕博连读, 主要从事直肠系膜的临床解剖学研究。

通讯作者: 张卫光, 博士, 教授, 北京大学基础医学院人体解剖学与组织胚胎学系, 北京市 100191

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2016)07-01051-06

稿件接受: 2015-11-21

http://www.crter.org

文题释义:

直肠系膜: 被直肠固有筋膜包裹的组织称为直肠系膜, 内含脂肪纤维结缔组织、直肠上、下动静脉、直肠的淋巴管及淋巴结、支配直肠的神经等组织。

筋膜: 遍布全身, 分为浅层筋膜、中层筋膜、深层筋膜 3 种。①浅筋膜: 位于皮下, 又称皮下筋膜, 由疏松结缔组织构成, 其内含有脂肪、浅静脉、皮神经以及浅淋巴结和淋巴管等。脂肪的多少因身体部位、性别和营养状况不同。临床常作的皮下注射, 即将药液注入浅筋膜内。②中层筋膜: 指包裹肌肉的筋膜。③深筋膜: 位于浅筋膜深面, 又称固有筋膜, 由致密结缔组织构成, 遍于全身且互相连续。深筋膜被肌或肌群、腺体、大血管和神经等形成筋膜鞘。四肢的深筋膜。伸入肌群之间与骨相连, 分隔肌群, 称肌间隔。

摘要

背景: 目前, 对于直肠系膜的边界, 及其周围的筋膜、盆腔间隙、神经走行和淋巴结分布尚有争论, 各种新技术的发展也使得相关的解剖学研究有新的进展。

目的: 综述前人的研究, 以描述直肠系膜相关的解剖学进展, 并讨论其临床意义。

方法: 以“rectum; mesentery; fascia; space; nerve; lymph node, total mesorectal excision(TME), clinical anatomy”为关键词, 检索 PubMed 数据库中关于直肠系膜及其周围的筋膜、盆腔间隙、淋巴结分布及神经走行的研究, 以筋膜及淋巴结分布为主。

结果与结论: 对于系膜、筋膜、神经和淋巴结的研究常通过新鲜或者冷冻的标本, 采用传统盆部与会阴部解剖的方法进行。目前常采用 CAAD(Computer-assisted anatomical dissection)技术将免疫染色和电脑成像结合起来。三维模型能很好地体现不同解剖结构间的相互关系, 以及神经走行空间位置。直肠系膜前方是 Denonvilliers 筋膜, 后方是直肠骶骨筋膜。直肠系膜盆内脏神经由骶神经前根发出, 穿过骶前筋膜, 骶前间隙进入神经筋膜层, 根据腹膜分为上、下两部分。直肠系膜内的淋巴结后部及近腹膜反折部较多。关于直肠系膜及其周围结构的解剖关系仍有许多争议, 明确这些问题可为临床实践工作提供客观指导依据。

关键词:

组织构建; 组织工程; 直肠系膜; 筋膜; 间隙; 神经; 淋巴结; 解剖学

主题词:

直肠; 筋膜; 内脏神经; 淋巴结; 解剖学

基金资助:

北京大学医学交叉学科联合研究种子项目(BMU20140411); 国家基础科学人才培养基金资助项目(J1030831)

Li Wen-ru, Studying for
 doctorate, Peking
 University People's
 Hospital, Beijing 100044,
 China

Clinical anatomy of the mesorectum

Li Wen-ru¹, Zhou Le-qun², Zhang Wei-guang³ (¹Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; ²Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China; ³Department of Human Anatomy and Tissue Embryology, School of Basic Medicine, Peking University, Beijing 100083, China)

Corresponding author:
 Zhang Wei-guang, M.D.,
 Professor, Department of
 Human Anatomy and
 Tissue Embryology, School
 of Basic Medicine, Peking
 University, Beijing 100083,
 China

Abstract

BACKGROUND: Currently, it is still controversial about the border, surrounding fascia, space of pelvic cavity, distribution of nerves and lymph nodes of the mesorectum, and the development of new technologies makes a progress in related anatomic research.

OBJECTIVE: To summarize the previous studies so as to describe clearly the progress of mesorectal anatomy and to discuss its clinical value.

METHODS: Using "rectum; mesentery; fascia; space; nerve; lymph node; total mesorectal excision (TME); clinical anatomy" as key words, a computer-based search of PubMed was done for articles related to the mesorectum and surrounding fasciae, space of pelvic cavity, distribution of nerves and lymph nodes.

RESULTS AND CONCLUSION: Fresh or frozen specimens are often used for studying the mesentery, fascia, nerves and lymph nodes by using traditional pelvic and perineum anatomical methods.

Computer-assisted anatomical dissection can combine immunostaining with computer imaging. A three-dimensional model can well reflect the relationship among the different anatomical structures, as well as nerve traveling and spatial location. Mesorectum is located behind the denonvilliers and in the front of the sacral fascia of the rectum. Pelvic splanchnic nerve of the mesorectum is derived from the anterior sacral nerve root, runs through the presacral fascia, and enters into the neuro-fascial layer via the pesacral space, which is divided into the upper and lower parts according to the peritoneum. There are more folds in the rear of lymph nodes within the mesorectum within and near the peritoneum. There are still a lot of controversies about anatomical relationship between the mesorectum and surrounding structures, and to elaborate these issues can provide an objective basis for guiding clinical work.

Subject headings: Rectum; Fascia; Splanchnic Nerves; Lymph Nodes; Anatomy

Funding: Medical Interdisciplinary Joint Research Project of Peking University, No. BMU20140411; National Basic Science Talents Fund of China, No. J1030831

Cite this article: Li WR, Zhou LQ, Zhang WG. Clinical anatomy of the mesorectum. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2016;20(7):1051-1056.

0 引言 Introduction

直肠系膜指直肠周围被直肠固有筋膜包裹的组织,前面较薄,两侧及后面较厚,内含脂肪纤维结缔组织、直肠上、下动静脉、直肠的淋巴管及淋巴结、支配直肠的神经等组织。在全直肠系膜切除手术时,对直肠系膜的整体解剖结构、系膜内外的神经走行、淋巴结分布和间隙一直存有争议^[1-2],导致直肠手术后泌尿生殖器的功能障碍显著增多,主要是性功能障碍和尿潴留^[3]。

文章从4个方面介绍直肠系膜周围的解剖研究进展:①直肠系膜。②盆腔筋膜与间隙。③直肠系膜周围神经的走行。④直肠系膜内的淋巴结分布。

对于系膜、筋膜、神经和淋巴结的研究常通过新鲜或者冷冻的标本,采用传统盆部与会阴部解剖的方法进行^[4-6],解剖结果通过照片或者手绘的方式发表出来。由于盆腔内解剖的技术困难,现在常采用CAAD (Computer-assisted anatomical dissection) 技术将免疫染色和电脑成像结合起来。三维模型能很

好地体现不同解剖结构间的相互关系,以及神经走行空间位置。

但由于盆腔内组织结构复杂,加之现有的研究手段有限,因此对于盆腔内直肠系膜及其周围的解剖的研究尚不完善,还存在许多争议。文章即是对前人关于直肠系膜周围的筋膜、间隙、神经走行和淋巴结分布的研究汇总,以筋膜和淋巴结分布为主要内容。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 应用计算机检索 PubMed 数据库中2000年1月至2015年5月期间的相关文献,检索词为“rectum; mesentery; fascia; space; nerve; lymph node, total mesorectal excision(TME), clinical anatomy”,限定文章语言种类为English。

检索人相关内容: 第一作者主要负责直肠系膜及其周围筋膜、间隙及淋巴结等方面的资料收集,第二作者补充其中涉及到的与直肠系膜相关的神经解剖结构的资料。

1.2 检索方法 纳入标准: 对资料进行初审后选取:

- ①涉及直肠系膜及其周围的筋膜、盆腔间隙的解剖研究。
- ②涉及与直肠系膜内淋巴结分布及神经走行的研究。
- ③涉及与全直肠系膜切除术相关的临床解剖研究。
- ④同一领域文献则优先选择近期发表或发表在权威杂志文章。排除标准: 重复性研究或陈旧性内容的文章。

1.3 质量评估 总共检索到了584篇文献, 其中136篇与之相关, 最终纳入31篇与本文直接相关的文献。

2 结果 Results

2.1 直肠系膜 直肠系膜是一个临床术语, 常被外科医生用来描述直肠外网状结构。从解剖学角度, 系膜指悬吊器官的两层腹膜, 直肠中下部在腹膜外, 不应具有系膜结构。直肠癌的局部病变主要局限在直肠系膜内, 且系膜中无有重要功能的神经穿行。Heald于1982年首先描述了全直肠系膜切除术的概念, 目前全直肠系膜切除术已成为国内外直肠癌根治术的标准术式。

目前对于直肠系膜的确切解剖学范围并不清晰, 主要是两个问题: ①直肠系膜在直肠壁外的分布, 是仅分布在后部还是环绕直肠一圈。目前, 大部分观点都认为直肠系膜像“袖套”一样包裹着直肠, 从MRI上也可以清晰看出^[7]。Nano等^[8]认为直肠系膜从后方和两侧3个方向包绕直肠。②关于直肠系膜前方的界限是否包含Denonvilliers筋膜, Heald等^[9]认为Denonvilliers筋膜是直肠系膜的前界, 全直肠系膜切除术时应切除。Lindsey等^[10]认为Denonvilliers筋膜在前列腺和精囊的后方, 在薄的直肠系膜前部和直肠固有筋膜的前方, 即不属于直肠系膜。有关Denonvilliers筋膜将在下面讨论。

2.2 盆腔筋膜与间隙 盆腔筋膜与间隙相对位置的确定有助于找到合适的手术平面, 减少神经损伤。

骨盆(pelvis)由左、右髋骨和骶、尾连接而成, 并有数块肌肉支撑。解剖学上, 骨盆借界线分为前上方的大骨盆(false pelvis)和后下方的小骨盆(true pelvis), 界线由骶岬、两侧骶翼前缘、弓状线、耻骨梳、耻骨结节、耻骨嵴和耻骨联合上缘共同围成^[5]。骨盆的前壁为耻骨及耻骨联合, 后壁有骶骨、尾骨及其连接, 两侧壁为髂骨、坐骨、骶结节韧带与骶棘韧带以及它们围成的坐骨大、小孔。盆壁上覆有盆壁肌, 分为闭孔内肌和梨状肌。骨盆下方为盆膈(pelvic diaphragm), 由盆膈肌与盆膈上、下筋膜构成。前者包括肛提肌和尾骨肌, 后者为盆筋膜(pelvic fascia)

的组成部分之一。除盆膈上、下筋膜外, 盆筋膜的组成部分还有盆壁筋膜和盆脏筋膜^[6]。

2.2.1 直肠骶骨筋膜 直肠骶骨筋膜即盆壁筋膜在骶骨前增厚形成的骶前筋膜, 覆盖骶骨、尾骨内侧面及神经、骶正中动脉和骶前静脉。现在有一种新的观点认为盆壁筋膜和骶前筋膜是两层结构, 前者是腹腔壁层筋膜的延续和增厚, 后者即覆盖在骶骨、尾骨内侧面及神经、骶正中动脉和骶前静脉前的筋膜^[11]。手术时伤及骶前静脉丛易引起难以控制的出血。直肠骶骨筋膜通常被称为Waldey筋膜, 是直肠后方分离的标志。

2.2.2 Denonvilliers筋膜 Charles Denonvilliers在1836年首先描述了Denonvilliers筋膜, 它在男性中将直肠和膀胱与精囊分开, 在女性中将直肠和宫颈与阴道分开的纤维肌层。Bertrand等^[12]通过CAAD(Computer-assisted anatomical dissection)技术, 观察了不同胎龄胎儿的Denonvilliers筋膜情况, 认为Denonvilliers筋膜(直肠生殖膈)来自于疏松结缔组织的致密化(condensation), 这符合筋膜形成的传统机制。他们认为Denonvilliers筋膜呈对称的“Y”型, 是一个多层结构, 由冠状面起源的胶原纤维在矢状面起源的平滑肌纤维中下降组成。也有人认为Denonvilliers筋膜是单层结构, 多层结构的结果是解剖时的失误^[13], 或者是将直肠固有筋膜当成了Denonvilliers筋膜的后层^[10]。还有种观点认为, 多层的结果在组织学上是真实的, 但没有肉眼或者手术中的证据证实^[14]。

2.2.3 前列腺后隙与直肠前隙 前列腺后隙(retroprostatic space)是位于Denonvilliers筋膜和精囊腺、前列腺之间的间隙; 直肠前隙(prerectal space)是位于Denonvilliers筋膜和直肠之间的间隙。直肠前隙比前列腺后隙大, 其中结缔组织也更疏松^[11]。Bertrand等^[12]发现在每个胎儿标本中都存在着一个平面位于Denonvilliers筋膜和直肠固有筋膜之间。Lindsey等^[10, 15]认为Denonvilliers筋膜离前列腺更近, 而且只有在一些特殊情况下才会在手术切下的标本中找到, 例如, 肿瘤在直肠前壁, 可能出现前方的转移时。对于直肠癌根治术前方的手术平面, 他提出了3个方案: ①贴近直肠的平面, 位于直肠壁外, 在固有筋膜内。这个平面不是一个解剖平面, 相比系膜平面手术中可能会更困难, 更易出血。②直肠系膜平面, 位于固有筋膜外, 是天然的解剖学平面, 是结直肠外科医生熟悉的平面。然而相对侧后方的平面, 这

个平面并不明显。手术将直肠固有筋膜和Denonvilliers筋膜分开, 留下Denonvilliers筋膜。③直肠系膜外平面, 将Denonvilliers筋膜完全切除, 暴露出精囊腺和前列腺, 这样理论上损伤海绵体神经的概率高。这个平面和直肠系膜平面的区别并不明确。这些需要进一步的工作来确认。

2.2.4 直肠后间隙和骶前间隙 直肠后间隙(retrorectal space)指直肠固有筋膜和盆壁筋膜之间的间隙, 是直肠癌根治术后的手术平面^[3]。骶前间隙(presacral space)是盆壁筋膜和骶前筋膜之间的间隙^[11]。外科学中常认为这两个间隙是同一个, 然而, 目前对于盆壁筋膜和骶前筋膜是否是同一筋膜尚有争议^[16-30], 并不能断定直肠后间隙和骶前间隙是同一个间隙。

2.3 直肠系膜附近的神经 泌尿功能和性功能障碍是由于盆部的躯体神经和自主神经损伤。盆腔下部的神经支配可根据提肛肌平面分为两部分, 两部分由不同的神经通路支配。提肛肌上的神经通路由自主神经构成, 包括盆内脏神经(PSN, 副交感); 上腹下丛(SHP); 腹下神经(HN, 交感); 以及下腹下丛(IHP)。提肛肌下的神经通路由躯体神经构成, 包括阴部神经及其终末分支^[3]。

2.3.1 直肠系膜周围的神经走行 直肠系膜盆内脏神经由骶神经前根发出, 穿过骶前筋膜, 骶前间隙进入神经筋膜层。上腹下丛由来自于腰内脏神经(起源于腰交感干和主动脉丛)的节前纤维组成^[27], 位于由左、右髂总动脉和骶岬围成的髂间三角内。腹下神经分左右两只, 从上腹下丛出发与输尿管伴行, 从直肠后方走行至直肠侧面, Moszkowicz和Lindsey^[3, 10]认为腹下神经在腹膜后方, 在盆脏筋膜前方, 而Açar等^[26]认为腹下神经由骶前筋膜包裹, Stelzner^[31]认为腹下神经包裹于盆壁筋膜内。下腹下丛由腹下神经、盆内脏神经汇合而成, 是四边形扁平的神经板, 根据腹膜反折可分为上下2个部分: ①腹膜上部分: 内面与腹膜壁层、直肠系膜、子宫联系; 外侧与提肛肌联系; 上方延续自同侧腹下神经和阴部神经中来自于下腹下丛的分支; 前方在男性中与膀胱相联系, 女性中与子宫相联系; 后方来自于同侧内脏神经。②腹膜下部分: 内侧和前方与直肠固有筋膜(部分人的下腹下丛会发出分支由直肠侧韧带进入直肠), 男性中膀胱颈、精囊腺和前列腺相联系, 女性中阴道和膀胱相联系; 外侧和提肛肌的耻骨直肠肌联系; 后方延续自交

感神经丛的中、后部分支^[28]。国内的研究表明盆自主神经还包括骶内脏神经(SSN, 交感)^[25], 由骶交感神经节发出, 穿过骶前间隙和盆内脏神经一起加入下腹下丛。Alsaid等^[29]对胎儿的盆腔标本进行包埋并通过免疫组化的方法研究神经递质成分, 从而推断神经成分, 他认为腹下神经和盆内脏神经中既包含交感成分有包含副交感成分。

2.3.2 直肠癌根治术时易损伤的神经 ①在肠系膜下动脉起始处易损伤上腹下丛^[26-27]。②在后腹壁和盆壁接近骨盆上口部易损伤腹下神经^[3, 26]。③在盆壁筋膜易损伤下腹下丛^[3, 26-27]。④在前列腺侧后方, 远端直肠前侧方易损伤“Walsh”神经血管束(海绵体神经)^[3, 26, 30-31]。⑤在坐骨直肠窝侧壁易损伤阴部神经终末分支^[30]。⑥在肛管前方易损伤位于会阴浅横肌和会阴体后方的阴部神经会阴支^[30]。

2.4 直肠系膜内的淋巴结分布 淋巴结转移是影响直肠癌患者预后最重要的因素。转移灶的检出率随检查的淋巴结数量增加而增加。然而, 手术取下的标本中找到的淋巴结数量常不一定^[4]。所以明确系膜内淋巴结的数量和分布有利于直肠癌患者预后的判断。

目前, 普遍认为水平面上, 相对前方和两侧淋巴结在直肠系膜中的分布是后部较多^[4, 16-18]。而竖直面, 一般认为直肠上部近腹膜反折处淋巴结较多, 下部远离腹膜反折处淋巴结较少^[4, 16, 18]。Perez等^[17]认为直肠上中下段淋巴结数目差别不大, 但上部的淋巴结直径更大。现在对于直肠系膜内淋巴结的数目仍有较大争议, Canessa等^[4]利用尸体解剖的方法(盆部无病变), 将福尔马林浸泡过的标本行全直肠系膜切除术, 取下直肠系膜后从直肠上动脉沿分支进行淋巴结肉眼和触摸的寻找, 再将取下的淋巴结镜检确认。其结果为每个标本平均8.4个淋巴结。他认为影响直肠系膜中淋巴结检出数有几个因素: ①随着年龄增长, 淋巴结数目不变, 但会出现退化。②肿瘤、反应性增生和炎症可能是淋巴结的检出更容易。③手术前接受过化疗的患者, 淋巴结检出较为困难。④手术的方案和病理检查的方法, 只是影响淋巴结检出数最重要的因素。在全直肠系膜切除术基础上行淋巴结切除术将增加标本的淋巴结检出数; 病理检查时使用清脂术将使淋巴结检出数显著增多, 然而, 要完全脱去标本中的水和脂肪, 往往需要10 d以上且使用的溶剂有很高的毒性, 已不用于病理检查, 所以该研究未采用此方法。

Topor等^[16]对取下的标本用脂溶剂进行了24 h处理, 观察了直肠系膜内和盆壁的淋巴结数目, 得出每个标本直肠系膜内平均有13.6个淋巴结, 盆壁有11个。Perez等^[17]通过研究甲醛浸泡, 未做其他处理的标本, 得出每个标本直肠系膜内平均有5.7个淋巴结, 数目和性别、体质量指数、年龄无相关性。Pirro等^[18]的研究中将标本用脂溶剂处理了24-48 h, 得出每个直肠系膜标本中有9.2个淋巴结, 他对每个标本的体积、质量进行了测量, 认为直肠系膜中的淋巴结数目与系膜的体积、质量呈正相关。Klepšytė等^[19]研究患有I-III期直肠癌、无远端转移且未经过放疗的患者的全直肠系膜切除术标本中的淋巴结分布, 他通过实验组(向肠系膜下动脉注射美蓝溶液)和对照组(未经过特殊处理)的结果对比(实验组平均检出18个淋巴结, 对照组平均检出14个), 认为用美蓝染色有助于观察和寻找小的淋巴结。Märkl等^[20]得出了类似的结论, 他将美蓝溶液注入直肠上动脉, 实验组平均每个直肠系膜标本检出27个淋巴结, 对照组检出14个, 两者的主要差异在1-4 mm的淋巴结, 这部分淋巴结可能存在转移灶, 在正常的病理检查中容易漏查。

对于全直肠系膜切除术后标本中至少应当检查的淋巴结数量仍有争议。美国癌症联合委员会(AJCC)和国际抗癌联盟(UICC)要求至少检查12个淋巴结^[21-22]。Wong等^[23]认为至少应当检查14个淋巴结, 以精确分期。Goldstein等^[24]认为不存在最少要检查的淋巴结数量, 所有可触摸出的淋巴结都应当检查, 包括那些1.0-2.0 mm大小的淋巴结。Pirro等^[18]认为用于直肠系膜中的淋巴结数量与系膜的体积、质量有关, 所以要求的淋巴结的最少检查数应考虑直肠系膜的体积、质量。

3 小结 Conclusions

虽然, 随着直肠系膜及其周围结构的临床解剖学研究不断进展, 全直肠系膜切除已经成为直肠癌诊疗的“金标准”, 但对于手术的术式仍有争议, 对于术后的病理检查标准制定及并发症的预防还需要进一步的研究。

目前关于直肠系膜及周围结构解剖学研究仍有一下几个问题: ①直肠系膜前方的边界是否包括Denonvilliers筋膜。②Denonvilliers筋膜的结构, 是多层结构还是单层结构? ③全直肠系膜手术平面应在Denonvilliers筋膜前还是后? ④骶前筋膜是否是盆

壁筋膜在骶骨前方增厚形成的? 骶前间隙与直肠后间隙是否为同一间隙? ⑤盆内脏神经组成部分各自的成分仍有争议, 腹下神经和盆内脏神经是只含有交感成分还是交感副交感并存? ⑥直肠系膜内从近腹膜端到远离腹膜端淋巴结数量分布是否一致? ⑦全直肠系膜切除术取下的直肠系膜组织至少应检查多少淋巴结来判断分期?

为了解决以上这些问题, 还需要进行更多的临床解剖研究工作。这些年, 直肠系膜及周围结构的解剖学研究方法从传统的大体解剖到近几年常采用的CAAD技术, 已有了很大进步, 但目前的CAAD技术仍有局限性: 由于大的组织块包埋时间过长且效果不好, 如果进行三维重构的组织较大, 则需将其切成许多小块分别进行包埋、切片、染色和三维重建, 工作量大且容易出错, 所以目前研究常采用胎儿标本。然而, 由胎儿标本获得的研究结果和成人实际情况还是有一定差别, 且目前国内还没有相关研究成果, 人种之间也可能存在差异。未来, 还需要进一步的研究工作来明确直肠系膜周围的解剖结构, 以满足直肠癌手术的要求, 改善患者的预后。

作者贡献: 综述设计为第一作者及第三作者, 资料收集为第一及第二作者, 文章撰写为第一作者, 审校为第三作者。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 没有与相关伦理道德冲突的内容。

文章查重: 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 本刊实行双盲外审制度, 文章经国内小同行外审专家审核, 符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 文章第一作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

4 参考文献 References

- [1] Macfarlane JK, Ryall RD, Heald RJ. Mesorectal excision for rectal cancer. *Lancet*.1993; 341(8843):457-460.
- [2] West NP, Anderin C, Smith KJ, et al. Multicentre experience with extralevatorabdominoperineal excision for low rectal cancer. *Brit J Surg*.2010; 97(4): 588-599.

- [3] Moszkowicz D, Alsaïd B, Bessedé T, et al. Where does pelvic nerve injury occur during rectal surgery for cancer. *Colorectal Dis.* 2011; 13(12): 1326-1334.
- [4] Canessa CE, Badia F, Fierro S, et al. Anatomic study of the lymph nodes of the mesorectum. *Dis Colon Rectum.* 2001; 44(9): 1333-1336.
- [5] Paramasivam S, Proietto A, Puvaneswary M. Pelvic anatomy and MRI. *BEST PRACT RES CL OB.* 2006; 20(1): 3-22.
- [6] Stoker J. Anorectal and pelvic floor anatomy. *BEST PRACT RES CL GA.* 2009; 23(4): 463-475.
- [7] 侯宝华,徐达传,简志祥,等.直肠系膜的形态结构特点及临床意义[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2005; 23(4): 389-392.
- [8] Nano M, Levi AC, Borghi F, et al. Observations on surgical anatomy for rectal cancer surgery. *Hepato-Gastroenterolo.* 1997; 45(21): 717-726.
- [9] Heald RJ. The 'HolyPlane' of rectal surgery. *J Roy Soc Med.* 1988; 81(9): 503.
- [10] Lindsey I, Guy RJ, Warren BF, et al. Anatomy of Denonvilliers' fascia and pelvic nerves, impotence, and implications for the colorectal surgeon. *Brit J Surg.* 2000; 87(10): 1288-1299.
- [11] 叶颖江,王杉.从腹盆腔系膜,筋膜,间隙解剖谈结肠癌规范化外科治疗[J]. *中国实用外科杂志*, 2012; 32(9): 706-708.
- [12] Bertrand MM, Alsaïd B, Droupy S, et al. Biomechanical origin of the Denonvilliers' fascia. *Surg Radiol Anat.* 2014; 36(1): 71-78.
- [13] Ricci JV, Lisa JR, Thom CH, et al. The relationship of the vagina to adjacent organs in reconstructive surgery: a histologic study. *Am J Surg.* 1947; 74(4): 387-410.
- [14] van Ophoven A, Roth S. The anatomy and embryological origins of the fascia of Denonvilliers: a medico-historical debate. *J Urology.* 1997; 157(1): 3-9.
- [15] Lindsey I, Warren BF, Mortensen NJ. Denonvilliers' fascia lies anterior to the fascia propria and rectal dissection plane in total mesorectalexcision. *Dis Colon Rectum.* 2005; 48(1): 37-42.
- [16] Topor B, Acland R, Kolodko V, et al. Mesorectal lymph nodes: their location and distribution within the mesorectum. *Dis Colon Rectum.* 2003; 46(6): 779-785.
- [17] Perez RO, Seid VE, Bresciani EH, et al. Distribution of lymph nodes in the mesorectum: how deep is TME necessary? *Tech Coloproctol.* 2008; 12(1): 39-43.
- [18] Pirro N, Pignodel C, Cathala P, et al. The number of lymph nodes is correlated with mesorectalmorphometry. *Surg Radiol Anat.* 2008; 30(4): 297-302.
- [19] Klepšytė E, Samalavičius NE. Injection of methylene blue solution into the inferior mesenteric artery of resected rectal specimens for rectal cancer as a method for increasing the lymph node harvest. *Tech Coloproctol.* 2012; 16(3): 207-211.
- [20] Märkl B, Kerwel TG, Wagner T, et al. Methylene blue injection into the rectal artery as a simple method to improve lymph node harvest in rectal cancer. *Modern Pathol.* 2007; 20(7): 797-801.
- [21] Flening ID, Cooper JS, Henson DE, et al. *AJCC cancer staging manual.* Philadelphia: Lippincott-Raven. 1997.
- [22] Hermanek P, Sobin LH (International Union Against Cancer [UICC]), eds. *TNM classification of malignant tumours.* 4th ed (2nd revision). Berlin: Springer. 1992;
- [23] Wong JH, Severino R, Honnebler MB, et al. Number of nodes examined and staging accuracy in colorectal carcinoma. *J Clin Oncol.* 1999; 17(9): 2896-2896.
- [24] Goldstein NS. Lymph node recoveries from 2427 pT3 colorectal resection specimens spanning 45 years: recommendations for a minimum number of recovered lymph nodes based on predictive probabilities. *Am J Surg Pathol.* 2002; 26(2): 179-189.
- [25] 张策,丁自海,李国新,等.全直肠系膜切除相关盆自主神经的解剖学观察[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2006; 24(1): 60-64.
- [26] Açar HI, Kuzu MA. Important Points for Protection of the Autonomic Nerves During Total Mesorectal Excision. *Dis Colon Rectum.* 2012; 55(8): 907-912.
- [27] Clausen N, Wolloscheck T, Konerding MA. How to optimize autonomic nerve preservation in total mesorectal excision: clinical topography and morphology of pelvic nerves and fasciae. *World JSurg.* 2008; 32(8): 1768-1775.
- [28] Bertrand MM, Alsaïd B, Droupy S, et al. Optimal plane for nerve sparing total mesorectal excision, immunohistological study and 3D reconstruction: an embryological study. *Colorectal Dis.* 2013; 15(12): 1521-1528.
- [29] Alsaïd B, Bessedé T, Diallo D, et al. Computer-assisted anatomic dissection (CAAD): evolution, methodology and application in intra-pelvic innervation study. *Surg Radiol Anat.* 2012; 34(8): 721-729.
- [30] Açar HI, Kuzu MA. Perineal and pelvic anatomy of extralevatorabdominoperineal excision for rectal cancer: cadaveric dissection. *Dis Colon Rectum.* 2011; 54(9): 1179-1183.
- [31] Stelzner S, Holm T, Moran BJ, et al. Deep pelvic anatomy revisited for a description of crucial steps in extralevatorabdominoperineal excision for rectal cancer. *Dis Colon Rectum.* 2011; 54(8): 947-957.