

· 临床论著 ·

功能性腘动脉陷迫综合征的 CTA 解剖特点初探

张 龙 李 选 董国祥 赵 军

(北京大学第三医院介入血管外科,北京 100191)

【摘要】 目的 运用 CTA 标线法探讨功能性腘动脉陷迫综合征(functional popliteal artery entrapment syndrome, fPAES)是否存在“解剖畸形”。 方法 2007~2011 年手术确诊的 14 条 fPAES 患肢与 180 条对照肢体的 CTA 进行比较,并用 CTA 标线法分析腘窝轴位上两组的解剖位置差异。 结果 fPAES 组所有患肢腓肠肌内侧头向外移位且 13 条(93%)向外超过了腘动脉,所有腘动脉均向深方移位;对照组腓肠肌内侧头完全起自“股骨内侧髁后上方”(解剖学所描述的标准位置)的仅占 12%(21/180);对照组 21%(38/180)腓肠肌内侧头与腘动脉相对位置关系及 38%(68/180)的腘动脉深浅位置关系不符合标准解剖。 结论 腓肠肌内侧头的外移普遍存在,解剖“移位”可能从量变到质变, fPAES 可能是严重移位导致的结果。内侧头外移超越腘动脉及腘动脉向深方移位是 fPAES 两个有意义的观察指标。

【关键词】 功能性腘动脉陷迫综合征; CTA 标线法

中图分类号:R654.3

文献标识:A

文章编号:1009-6604(2012)02-0131-06

Preliminary CTA Study on the Anatomical Features of Functional Popliteal Artery Entrapment Syndrome Zhang Long, Li Xuan, Dong Guoxiang, et al. Department of Vascular Intervention, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

【Abstract】 **Objective** To investigate whether “abnormal anatomy” exists in functional popliteal artery entrapment syndrome (fPAES) by CTA. **Methods** We compared the CTA results of 14 limbs with fPAES, which were diagnosed during 2006 to 2011, with 180 healthy limbs. The popliteal fossa anatomy of all the limbs in the two groups was analyzed by CTA. **Results** In the fPAES group, the medial head of gastrocnemius muscle moved outward in all the limbs, 93% (13 limbs) were displaced outside of the popliteal artery, and all of the popliteal artery were relocated to a deeper position. In the control group, only in 21 limbs (12%), the medial head of gastrocnemius muscle completely started from the “posterosuperior medial femoral condyle”, the so-called standard anatomical position. The position relationship between the medial head of the gastrocnemius muscle and popliteal artery was abnormal in 21% (38 limbs), and the depth popliteal artery was abnormal in 38% (68 limbs). **Conclusions** The outward displacement of the medial head of the gastrocnemius muscle is common in general population. Functional PAES might be a result of obvious anatomical outward displacement which could cause entrapment. The medial head of the gastrocnemius muscle displacing outside of the popliteal artery and popliteal artery shifting to a deeper position are two useful observational indices for fPAES.

【Key Words】 Functional popliteal artery entrapment syndrome; CTA Marking method

腘动脉陷迫综合征(popliteal artery entrapment syndrome, PAES)是因先天性腘窝发育畸形,造成腘动脉在运动时反复受周围起止点异常的肌肉、肌腱挤压,导致远端肢体缺血的疾病。其中有一型,有相同的临床表现、造影诱发试验阳性,但手术探查时,无法证实“解剖畸形”,被称为“功能性腘动脉陷迫综合征”(functional popliteal artery entrapment syndrome, fPAES)。fPAES 常被认为是腓肠肌内侧头过度肥大^[1],或运动员腘窝肌肉异常发达等原因,造成腘窝相对空间狭小引起的。fPAES 是否真的不存在“解剖畸形”尚有争议。双下肢 CTA 检查能同时提供腘动脉及周围软组织毗邻关系信息,清晰的影像使分析先天性腘窝“解剖畸形”成为可能^[2,3]。近年来,多篇文献报道利用 CTA 发现 PAES

并在术中证实^[3-6]。本研究希望通过对比 fPAES 患肢与对照肢体的 CTA 表现,了解 fPAES 是否存在“解剖畸形”及其特点。

由于年龄 ≥ 60 岁者已过了 PAES 的高发年龄,双侧腘动脉仍然血流通畅的,说明既往 60 余年腘窝结构未对腘动脉造成损害,发生 PAES 的可能性小,在本研究中被视为“阴性”对照。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

fPAES 组:回顾 2007~2011 年我科经手术确诊的 fPAES 术前 CTA,共 9 例(14 条患肢)。男 6 例,女 3 例。年龄 15~48 岁, (27.4 ± 8.6) 岁。无症状肢体 3 条;有症状肢体 11 条,均为间歇性跛行,其中

3 条跛行距离 < 200 m。2 条肢体术前腘动脉已闭塞,经球囊扩张成形后恢复血流(才可进行诱发试验检查)。此 14 条患肢造影诱发试验均阳性。11 条有症状肢体术后症状均完全缓解,余 3 条无症状肢体是因对侧肢体症状就诊,也同期接受了治疗。手术均采用腘窝后方入路,探查畸形,松解腘动脉。术中均证实腓肠肌内侧头不同程度外移,起自髁间窝,未发现其他解剖畸形。术中背伸患者踝关节时,可证实腘动脉受外移的内侧头挤压。

对照组:回顾 2010 ~ 2011 年我院因动脉硬化闭塞症(87 例)或肾动脉狭窄(3 例)行双下肢 CTA 检查,年龄 ≥ 60 岁且双腘动脉血流通畅的入组,共 90 例(180 条肢体)。男 58 例,女 32 例。年龄(71.5 ± 5.4)岁。

1.2 试验方法

采用“CTA 标线法”比较 fPAES 组与对照组 CTA 轴位图像的解剖位置关系。

1.2.1 CTA 标线的设定原则 见图 1。

基准线 BL:股骨内外侧髁的后缘的连线。用于纠正因行 CTA 检查时,下肢体位不同造成的内、外旋差异,使所有肢体的 CTA 轴位片有可比性。

VL_a:经外侧髁内缘与后缘拐点作基准线的垂

线,是髁间窝的最外侧界,作为评价内侧头及腘动脉外移的界限;

VL_b:经腓肠肌内侧头肌腹最外缘作基准线的垂线,作为评价内侧头外移程度的标志。

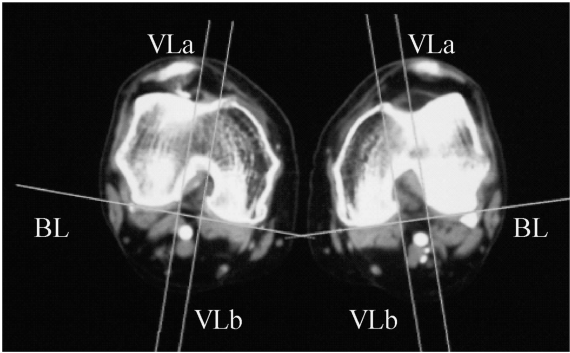


图 1 CTA 标线示意图(正常解剖)

1.2.2 判读方法及观察指标 先自头侧至脚侧连贯观察 CTA 轴位片,确认腘窝有无明显畸形或肌腱起止点异常,以及腘动脉通畅情况,再在股骨内外侧髁水平按照上述方法取标线,进行观察,并选取最严重平面记录。观察指标共分 7 类,每类均按照从正常到异常分为 2 ~ 4 个级别,每一项观察指标用数字代表相应的级别。见表 1。

表 1 CTA 标线法的观察指标及记录方法

观察指标	符号	级别	异常的类型描述
腘动脉与周围肌肉解剖性异位 (主要是腓肠肌内侧头) (一旦有异常,均不属于 fPAES)	Y	0	无异位(图 1)
		1	细小肌腱异位
		2	重要肌腱部分异位(如腓肠肌内侧头)(图 2)
		3	重要肌腱完全异位(图 3)
腘动脉狭窄	AO	0	通畅(图 1)
		1	狭窄
		2	闭塞
腘动脉外移	AW	0	腘动脉在 VL _a 内侧(图 1)
		1	VL _a 通过腘动脉(图 4)
		2	腘动脉向外移位且完全超过 VL _a (图 5)
腘动脉前移	AQ	0	腘动脉在 BL 浅方(图 1)
		1	BL 通过腘动脉(图 4)
		2	腘动脉向深方移位且全部超过 BL(图 6)
腓肠肌内侧头外移	MW	0	腓肠肌内侧头肌腹最外缘在 VL _a 内侧(图 1)
		2	腓肠肌内侧头肌腹最外缘向外超过 VL _a (图 5)
腓肠肌内侧头向外超过腘动脉	MS	0	VL _b 在腘动脉内侧(图 1)
		1	VL _b 通过腘动脉(图 7)
		2	VL _b 超过腘动脉外侧缘(图 6)
		3	动脉与内侧头存在完全异位(图 3)
腓肠肌内侧头起自髁间窝	MF	0	内侧头完全起自股骨内侧髁后上方(图 1)
		1	内侧头起点最外附着缘超过股骨内侧髁后缘外侧界,未超过髁间窝的中点(图 4)
		2	内侧头起点最外附着缘超过髁间窝的中点(图 5、7)
		3	内侧头全部起自髁间窝,无起自内侧髁部分(图 3)

1.2.3 对“解剖畸形”的分类 “异位”与“移位”。我们将“解剖畸形”分为两类:“异位”指动脉

与肌腱的相对位置关系颠倒,如原应在腘动脉内侧的腓肠肌内侧头经腘动脉外侧走行。另一类称

“移位”,指动脉与肌腱的相对位置关系保持生理状态,但动脉或肌腱相对标准解剖位置发生偏移,

如腓肠肌内侧头仍在腘动脉内侧,但两者整体向外偏移。

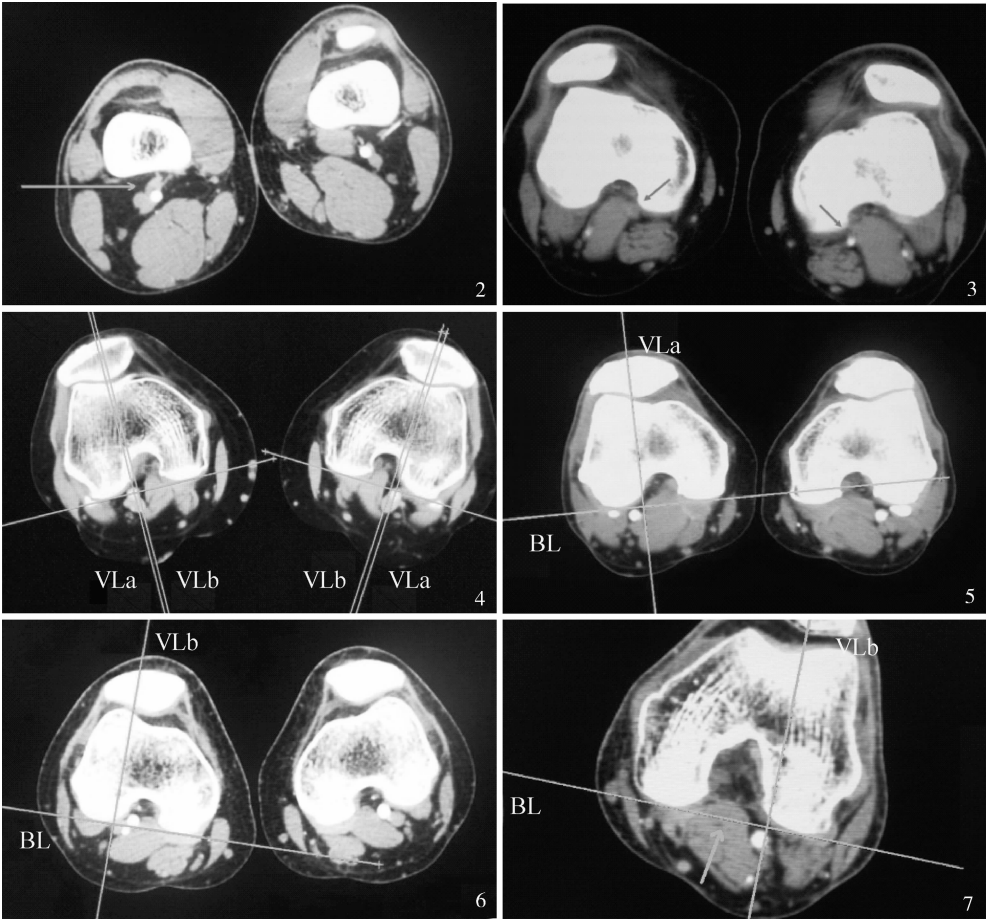


图 2 异常肌腱穿过右腘动、静脉之间,并最终汇入腓肠肌内侧头(属于解剖性 PAES)。记录 Y2
图 3 双侧腓肠肌内侧头均与腘动脉完全异位,并起自髁间窝(属于解剖性 PAES)。记录 Y3/
MS3/MF3 图 4 右腘动脉外移,右腘动脉前移,腓肠肌内侧头起自髁间窝。记录:AW1/AQ1/
MF1 图 5 右腘动脉外移,腓肠肌内侧头外移,腓肠肌内侧头起自髁间窝。记录:AW2/MW2/
MF2 图 6 右腘动脉前移,腓肠肌内侧头外移,腓肠肌内侧头向外超过腘动脉。记录: AQ2/
MW2/MS2 图 7 左腓肠肌内侧头外移,向外超过腘动脉,起自髁间窝。记录:MW2/MS1/MF2

2 结果

用“标线法”记录两组各项观察指标不同级别的肢体条数,结果见表 2。fPAES 组中,所有肢体均存在腘动脉前移 AQ1 或 AQ2 及腓肠肌内侧头起自髁间窝 MF2 的情况,且腓肠肌内侧头向外超过腘动脉 MS1 或 MS2 有 13 条(93%)。而对照组中,腘动脉深浅位置正常的 AQ0 有 112 条(62%),腓肠肌内侧头与腘动脉相对外移关系正常的 MS0 有 142 条(79%),没有外移完全超过腘动脉 MS2 的情况。

在对照组中,腓肠肌内侧头起自髁间窝的 MF2 有 97 条(54%),完全起自“股骨内侧髁后上方”(MF0)(解剖学所描述的标准位置)的仅有 21 条(12%)。我们将对照组 180 条肢体中,解剖学所描述的如图 1 那样的标准正常解剖归为“标准组”;根

据腘动脉与周围肌腱是否存在解剖关系“移位”(如腘动脉外移)、“异位”(如腓肠肌内侧头起自腘动脉外侧),分别归入移位组、异位组。只要有一项观察指标异常,就不能纳入“标准组”。见表 3。

表 2 对照组及 fPAES 组各项观察指标不同级别的肢体数(条)

组别	级别	Y	AO	AW	AQ	MW	MS	MF
fPAES 组 (14 条)	0	14	12	7	0	8	1	0
	1	0	0	7	10	-	3	0
	2	0	2	0	4	6	10	14
	3	0	-	-	-	-	0	0
对照组 (180 条)	0	172	180	122	112	173	142	21
	1	2	0	45	54	-	38	62
	2	6	0	13	14	7	0	97
	3	0	-	-	-	-	0	0

表 3 对照组各亚组观察指标不同级别的肢体数(条)								
亚组	级别	Y	AO	AW	AQ	MW	MS	MF
标准组(13条)	0	13	13	13	13	13	13	13
移位组 (159条)	0	159	159	101	97	153	123	7
	1	0	0	45	53	-	36	56
	2	0	0	13	9	6	0	96
异位组 (8条)	0	0	8	8	2	7	6	1
	1	2	0	0	1	-	2	6
	2	6	0	0	5	1	0	1

对照组中标准组仅 13 条(7%)。有 8 条(4%)存在异位情况,其年龄(78±6)岁,此 8 条肢体腘动脉血流通畅,无解剖性 PAES 导致腘动脉损害的表现,追溯病史,也均无 PAES 相关症状。而对照组中最常见的是存在不同程度及方式的“移位”的肢体 159 条(88%)(移位组),其中最主要的移位现象是腓肠肌内侧头起点外移,MF1 和 MF2 共 152 条(84%)肢体的腓肠肌内侧头起自髁间窝。

3 讨论

3.1 对腘窝正常解剖及 fPAES 的新认识

人们对 PAES 的认识是从 1879 年尸体解剖中发现“腘动脉走行于腓肠肌内侧头内侧”开始的。经典的 PAES,腘动脉或肌腱或两者同时走行异常,异常的肌腱主要是腓肠肌内侧头,也可以是腓肠肌外侧头、跖肌、腘肌等其他肌腱,关键是上述组织全部或部分与动脉位置关系发生颠倒。

fPAES 是 Rignault^[1]于 1985 年首次提出,一位术前诊断 PAES 的运动员,手术探查仅看到腓肠肌内侧头肥大,腘动脉走行正常,“未发现解剖畸形”,认为 fPAES 是由肌肉异常肥大造成的。1999 年,Levien 等^[7]报道 fPAES 伴腘动脉血栓形成 3 例,认为即使“没有解剖性畸形”,也可发生腘动脉损害。2000 年 Sperry 等^[8]又报道 1 例,并在 Rich 提出的 PAES 分型基础上增加第六型:F 型,定义为:“患肢腘动脉在诱发运动(如踝跖屈)时受压狭窄或闭合,而无解剖畸形”。此时,才把以前定义的 PAES 前五型归为“解剖性 PAES”。既然 fPAES“无解剖畸形”,又如何造成腘动脉陷迫,学术上存在着争议。除认为腓肠肌的异常肥大外,有学者认为,在肌肉收缩时,其横截面在特定部位的增大,造成骨筋膜室的相对局限而压迫血管引起^[9],还有学者认为是因神经受压迫造成^[10]。

传统的“解剖畸形”是指肌腱与动脉的解剖位置关系发生颠倒,如腓肠肌内侧头走行于腘动脉外侧,我们称之为“异位”。解剖性 PAES 的“解剖畸形”是“异位”,而本研究描述的“移位”却并不包括在传统的“解剖畸形”内。因此,传统观点是:无“异

位”就“无解剖畸形”。

解剖学描述:腓肠肌内、外侧头分别起自股骨内、外侧髁后上方,腘动脉走行于其内、外侧头之间。但代表着这种理想正常解剖的标准组仅占对照组 7%(13/180),而移位组却占 88%(159/180),其中最主要的移位现象就是腓肠肌内侧头起点外移,完全起自“股骨内侧髁后上方”的仅占 12%(21/180)。我们不能简单地认为,腓肠肌内侧头外移起自髁间窝的都不是正常人,不能仅把“标准组”当作正常人。在对照组中,年龄均在 60 岁以上,均不伴有腘动脉损害,都应是非 PAES 肢体。因此,即使存在相对于标准解剖的轻度移位,也应视为正常。

然而,在 fPAES 组中,全部患肢的腓肠肌内侧头向外移位,起自髁间窝且 93%(13/14)超过了腘动脉,所有腘动脉均向深方移位,说明 fPAES 虽没有“异位”,却存在明显严重于对照组的“移位”。正是由于正常人与 fPAES 患者都存在腓肠肌内侧头的外移,又缺乏“正常人”的判断标准,难以在移位程度上加以区分,才使 fPAES 的严重“移位”现象被人们忽视。2008 年就有学者用 MRI 描述了腓肠肌内侧头外移的普遍性^[11],提出移位与 PAES 可能有关。但 fPAES 的移位严重程度重于正常人且何种移位可能有意义,尚未被揭示。

“移位”现象的普遍存在有其特殊的胚胎学基础。胚胎发育过程中,腓肠肌内侧头自外向内迁移,腘动脉自深方向浅方迁移,最终达到理想解剖的位置。如迁移不完全,提前停止在某个位置,就会出现 CTA 观察到的相对于标准解剖的移位现象。胚胎时向内迁移不全,结果自然是肌腱的向外移位。对照组中的移位组占 88%(159/180)正说明这种迁移不全是相当普遍的。

fPAES 的相对严重的移位是否有其病理意义呢?在 fPAES 组中,93%(13/14)腓肠肌内侧头向外移位超过了腘动脉(MS),伴有腘动脉 100%(14/14)向深方移位(AQ);而对照组中,62%(112/180)的腘动脉深浅位置关系(AQ)及 79%(142/180)腓肠肌内侧头与腘动脉相对关系(MS)如标准解剖一样正常,全组没有腓肠肌内侧头外移完全超过腘动脉(MS2)的情况。这一点提示:腘窝解剖结构的移位,有可能“从量变到质变”,轻微移位时不影响腘动脉,严重移位时,更接近腘动脉,就有可能在肌肉收缩时,造成腘动脉受压,成为 fPAES。如胚胎发育过程中发生“异位”,造成压迫的可能性进一步增大,就成为更容易被诊断并更易造成腘动脉损害的解剖性 PAES。

因此,fPAES 并非“无解剖畸形”,这些患肢表现为肌腱或腘动脉“移位”,只是因为没有“异位”,才

产生“无解剖畸形”的误解。对腘窝正常解剖的认识不足是误解 fPAES 病因的主要原因。fPAES 的本质很可能就是“移位”。内侧头外移是否超越腘动脉及腘动脉是否向深方移位是 fPAES 两个有意义的观察指标。

3.2 对在对照组中发现“异位”现象的认识

对照组 90 例中,异位组占 4% (8/180), 年龄 (78 ± 6) 岁, 无 PAES 症状史, 也无腘动脉损害。1977 年 Gibson 等^[12] 在 86 例尸检中见有腘窝解剖异位 3 例 (3.5%), 共 4 条 (2.3%) 肢体, 这 3 例生前均追溯到间歇性跛行的病史, 但没有腘动脉损害, 生前并未诊断 PAES。这些肢体应如何界定与 PAES 的关系呢?

PAES 是临床综合征, 由于运动中腘窝周围肌肉组织反复压迫腘动脉, 造成远端肢体缺血是 PAES 的诊断要点。我们认为发生腘动脉陷迫的可能性大小受下列因素影响: ①压迫组织的坚韧程度; ②压迫组织与动脉之间缓冲空间的大小; ③患肢运动量的多少; ④压迫时间的长短。前两项主要决定动脉被压迫的程度; 后两项决定动脉累积受损的程度。异位组发现的异位肌腱通常相对细小, 不易构成对腘动脉的有效压迫; 或者平素运动量较小, 不容易出现压迫症状。有解剖畸形却终身无症状, 让我们认识到“腘窝解剖异位只能作为解剖性 PAES 的必要条件”, 有异位也不一定诊断 PAES。

因此, “异位”和“移位”允许在正常人群中出现。能产生 PAES 临床症状的“异位”和“移位”, 才应也均应被视为 PAES 的“解剖畸形”。“异位”的是解剖性 PAES, “移位”的是 fPAES。

3.3 CTA 标线法

CTA 可深入分析腘窝空间结构^[11] 的细微变化。腘动脉是否通畅, 腘动脉及周围肌腱的位置, 以及它们之间的相对位置关系都一目了然。由于完善 CTA 检查时, 患肢的体位各异; 判读 CTA 影像时, 观察者的侧重点各异。为了使 CTA 判读客观、可重复、容易记录, 才诞生了标线法。因为解剖性 PAES 以异位的肌腱为特征, 更容易被认识, 多数情况下不需要使用标线法来研究, 但 fPAES 为明确有无移位及程度, 非常需要标线法的帮助。

各项观察指标中, Y 及 AO 无须使用标线。Y 描述了是否存在动脉与肌腱解剖性异位及程度, 要通过连贯观察腘窝轴位序列来确定, 是分组和诊断的主要依据。AO 描述腘动脉有无狭窄或闭塞, 是本研究确定入组条件的依据。AW: 腘动脉外移是否有意义尚待研究。AQ: 腘动脉前移即向深方移位, 被肌肉挤压于股骨两髁之间的风险提高。fPAES 组患肢腘动脉均向深方移位; 而对照组 62%

(112/180) 的腘动脉深浅位置关系正常, 提示腘动脉向深方移位可能是 fPAES 区别于正常人的重要特征之一。MW: 腓肠肌内侧头外移, 甚至超过了股骨髁间窝的外侧界 (MW2), 更接近腘动脉, 也会增加挤压动脉的机会。MS: fPAES 组 93% (13/14) 腓肠肌内侧头向外移位超过了腘动脉, 而对照组 79% (142/180) 腓肠肌内侧头与腘动脉相对关系正常 (MS0), 对照组没有腓肠肌内侧头外移完全超过腘动脉 (MS2) 的情况。因此, 腓肠肌内侧头向外超过腘动脉者可能也是 fPAES 区别于正常人的重要特征之一。MF: 对照组腓肠肌内侧头起点正常 (MF0) 的仅有 12% (21/180); fPAES 组没有一条腓肠肌内侧头起点位置正常。说明腓肠肌内侧头起点外移在人群中相当普遍, 是由胚胎发育过程决定的, 移位越严重就越有可能发生 PAES。

3.4 CTA 标线法与诱发状态下 CTA 检查的比较

诱发状态下 CTA 检查辅助诊断 PAES, 已在文献中有相关报道^[13,14], 通常是先完成一次常规的双下肢 CTA 检查, 再做 1~2 次诱发动作的 CTA 检查, 观察腘窝周围肌肉有无对腘动脉的压迫。这种方法存在一定缺陷: ①CTA 检查每次扫描需要 80~100 ml 造影剂进行增强 (造影诱发试验每次仅使用 10 ml)。为减少造影剂用量及射线量, CTA 诱发检查的次数受限。我们改良 CTA 诱发试验检查, 诱发试验扫描时, 仅扫描腘窝周围, 且一次增强过程中扫描 2 次, 先做放松状态的, 在 CT 机复位过程中 (约 10 秒) 做诱发动作。如诱发阴性, 再做二次增强。②诱发试验有多种动作^[15], 并不是所有的诱发动作都容易阳性; 尤其是 fPAES, 也不是每次诱发都能阳性, 这与腘窝局部解剖异常的程度有关, 还与患者检查时是否足够用力有关。由于 CTA 诱发试验检查次数不能过多, 漏诊的可能性增大。③很多患者是在没有怀疑 PAES 的情况下做常规 CTA 检查的, 如果能通过标线法就辅助诊断, 可避免二次检查。从已有 CTA 检查中找到辅助诊断 PAES 的线索正是本课题的目的。

4 小结

人群中, 腓肠肌内侧头的外移普遍存在, 并可能“从量变到质变”: 轻微移位时不影响腘动脉, 明显移位时就有可能在肌肉收缩时造成腘动脉被挤压, 成为 fPAES。fPAES 可能是严重移位导致的结果。

“异位”和“移位”允许在正常人群中出现。能产生 PAES 临床症状的“异位”和“移位”, 均应被视为“解剖畸形”。fPAES 的本质是“移位”的可能性较大。内侧头外移是否超越腘动脉及腘动脉是否向深方移位是 fPAES 两个有意义的观察指标。 (下转第 139 页)