

· 临床研究 ·

非流利性失语听理解障碍与优势侧弓状纤维损伤的相关性研究

王红^{1,2} 李淑青³ 周志贤³ 戴燕红¹ 余齐卫⁴ 梁俊杰¹¹暨南大学附属第一医院康复科, 广州 510000; ²暨南大学附属中西医结合医院康复科, 广州 510630; ³东莞市人民医院康复医学科, 东莞 523000; ⁴南京医科大学附属苏州医院康复科, 苏州 215000

通信作者: 王红, Email: daxiaobaotwins@126.com

【摘要】 目的 采用弥散张量成像 (DTI) 技术探讨优势侧弓状纤维 (AF) 损伤与脑卒中后失语症患者听理解障碍发生的相关性。**方法** 选取脑卒中后非流利性失语症患者 18 例设为患者组, 另选取 9 例正常受试者设为正常组。2 组受试者均进行 DTI 检查, 测量各向异性分数值 (FA), 采用两样本 *t* 检验, 分析比较患者组与正常组双侧 AF 的 FA 值差异; 另采用汉语失语成套检测 (ABC) 评估患者组的言语功能, 取是/否问题、听辨认、听指令作为观测指标, 采用 Spearman 相关性分析来分析优势侧 AF 的 FA 值与 ABC 言语功能分项评估得分的相关性。**结果** 患者组优势侧 AF 的 FA 值为 0.313 ± 0.138 , 显著弱于正常组的 0.512 ± 0.025 , 差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。经 Spearman 相关性分析, 患者组优势侧 AF 的 FA 值与听辨认 ($r = 0.513, P = 0.029$) 得分存在显著的相关性。**结论** 脑卒中后失语症患者优势侧 AF 的损伤可能是导致听理解障碍的原因之一, 主要表现为与听辨认相关。

【关键词】 弥散张量成像; 脑卒中; 失语症; 弓状纤维; 听理解障碍**基金项目:** 天河区科技计划项目 (医疗卫生专项) (2018YT001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.09.004

Damage to the dominant arcuate fasciculus degrades auditory comprehension in non-fluent aphasiaWang Hong^{1,2}, Li Shuqing³, Zhou Zhixian³, Dai Yanhong¹, Yu Qingwei⁴, Liang Junjie¹¹Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Jinnan University, Guangzhou 510000, China; ²Department of Rehabilitation Medicine, Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital Affiliated of Jinan University, Guangzhou 510000, China; ³Department of Rehabilitation Medicine, Dongguan People's Hospital, Dongguan 523000, China; ⁴Department of Rehabilitation Medicine, The Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University, Suzhou 215000, China

Corresponding author: Wang Hong, Email: daxiaobaotwins@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between damage to the dominant arcuate fasciculus (AF) and the occurrence of auditory comprehension dysfunction in post-stroke aphasia. **Methods** Eighteen stroke survivors with non-fluent aphasia were recruited into the observation group, and nine healthy counterparts were chosen for the control group. All received diffusion tensor imaging (DTI) scans and fractional anisotropy (FA) values were measured. A Chinese aphasia battery was used to evaluate the aphasics' language functioning, with the listening true or false, listening recognition and oral instruction auditory comprehension sub-scales used as the observation indices. **Results** There were significant differences between the two groups in the FA value of the dominant AF. Spearman correlation showed that the FA value of the dominant AF was positively related to the listening recognition results. **Conclusions** Damage to the dominant AF may be one of the reasons for auditory comprehension dysfunction in post-stroke aphasia. It is significantly related to listening recognition.

【Key words】 Diffusion tensor imaging; Stroke; Aphasia; Arcuate fasciculus; Auditory comprehension**Funding:** Fundamental Research Funds for Science and Technology Project of Tianhe district, Guangdong Province (special medical and health project) (2018YT001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.09.004

失语症发生及恢复的脑机制是目前失语症研究的热点之一。研究表明,失语症的发生不仅与语言中枢损

伤有关^[1],白质纤维的损伤也是失语症发生的原因之一^[3]。其中,弓状纤维 (arcuate fasciculus, AF) 被认为

是与失语症的发生高度相关的白质纤维^[4]。早期的研究中认为,优势侧弓状纤维损伤是引起复述障碍的主要原因^[5],然而进一步的研究发现,优势侧弓状纤维的损伤也与听理解障碍^[6-7]、命名障碍^[8]发生有关。

听理解障碍是非流利性失语症(non-fluent aphasia)常见的功能障碍,过去对非流利性失语的研究更多是针对口语表达方面研究,较少关注听理解障碍的发生机制。而目前已经明确优势侧弓状纤维的损伤与听理解存在相关性,但国内外暂未见针对非流利性失语患者的听理解障碍与优势侧弓状纤维损伤的研究,也未见报道分析优势侧弓状纤维损伤如何影响听理解障碍的发生。本研究在过去研究的基础上,根据汉语失语成套检测(Aphasia Battery of Chinese, ABC)评估分项进一步探讨优势侧弓状纤维损伤与卒中后失语症听理解障碍发生的关系。

资料与方法

一、研究对象

纳入标准:①符合全国第四届全国脑血管病学术会议确定的脑卒中诊断标准^[9],头颅磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)或 CT 检查明确左侧大脑半球存在梗死或出血病灶;②依据 ABC 评估结果,诊断为非流利性失语症;③年龄在 30~75 岁,受教育年限>6 年,右利手;④病程在 1 月至 6 月首次脑卒中患者;⑤神智清晰,可配合完成 ABC 和 MRI 检查;⑥自愿参加本研究,并签署知情同意书。

排除标准:①既往有精神疾病、有器质性改变等影响脑功能疾病;②有严重听力障碍、视力障碍、构音障碍;③存在磁共振检查禁忌症,如血管支架、心脏起搏器、有金属植入物等;④病情不稳定,心力衰竭、肺功能不全等。

选取 2015 年 8 月至 2016 年 12 月在暨南大学附属第一医院康复科和神经内科住院且符合上述标准的脑卒中后失语症患者 18 例,其中 Broca 失语 13 例、完全性失语 2 例、经皮质运动性失语 3 例、命名性失语 1 例。将入选的失语症患者设为患者组。另选取年龄、性别、受教育年限与患者组匹配的正常健康受试者 9 例设为正常组,均为右利手,既往没有脑器质性病变,无滥用精神类药物病史,并签署知情同意书。本研究经东莞市人民医院和暨南大学附属第一医院医学伦理委员会批准,批准号为 2015073。2 组受试者的一般资料见表 1。

表 1 2 组受试者一般资料

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		利手(例)		学历(例)				
			男	女	左	右	小学	初中	高中	大学	硕士
患者组	18	52.5±10.8	15	3	0	18	3	6	3	5	1
正常组	9	53.4±9.3	6	3	0	9	1	5	2	1	0

二、言语功能评估方法

采用 ABC 评估 18 例失语症患者的语言功能, ABC 是北京大学第一医院神经内科根据我国文化特异性以西方失语成套测验(Western Aphasia Battery, WAB)为原型编制的评估方法,并在我国人群中经过信度和效度检测^[11]。本研究取 ABC 中的听理解相关分项作为观测指标,包括:是/否问题(总分为 60 分)、听辨认(总分为 90 分)、口头指令(总分为 80 分),此部分评估均由 1 名中级职称言语治疗师完成,记录评估结果的原始得分。

三、影像学检查方法

采用美国产 3.0T GE Discovery 750 型 MRI 设备对 2 组受试者进行影像学检查,包括全新快速等素颅脑 T1 成像(3D T1 BRAin Volume, 3D T1BRAVO)、T2 压水成像(T2 fluid attenuated inversion recovery, T2 FLAIR)、弥散张量成像(diffusion tensor image, DTI)。扫描参数:①3D T1BRAVO 为回波时间(time of echo, TE)为 30 ms,回转角 Flip angle 为 15°,翻转时间为 4500 ms,层厚为 1 mm,体素(voxel size)为 0.93×0.93×1 mm³,层数(number of slices)为 164;②T2 FLAIR:重复时间(time of repeat, TR)为 8000 ms,TE 为 165 ms,层厚为 1 mm,层间距为 1.5 mm;③DTI 为重复时间/回波时间(TR/TE)=5000 ms/68.0 ms,矩阵=128×128,扫描视野=25.6×25.6 cm²,激励次数=1, b=0 s/mm²和 1000 s/mm²,25 个弥散敏感梯度方向,层厚/层间距=3 mm/0 mm。

四、影像学数据处理

DTI 数据后处理采用 GE MRI 设备自带的工作站 Functool 9.4.05a,观察双侧大脑弓状纤维三维重建其结构,并测量其各向异性分数值(fractional anisotropy, FA)。本研究选取两个感兴趣区(region of interest, ROI)追踪 FA, ROI₁ 放置在两侧大脑后颞叶部(图 1)、ROI₂ 放置在上纵束深部的后顶叶部(图 2)^[12], ROI 面积为 32 mm²;测量位点放置在两侧大脑缘下回下方(弓状纤维转角的位置)(图 3)^[13],以减少手工圈定 ROI 出现的误差,以上数据处理均由 1 名中级职称影像科医师完成。

五、统计学方法

采用软件 SPSS 13.0 版统计学软件对数据进行统计分析。2 组年龄采用两样本 *t* 检验,利手、性别、学历采用 χ^2 检验,2 组的双侧大脑弓状纤维 FA 值比较采用两独立样本 *t* 检验,取患者组优势侧弓状纤维 FA 值与是/否问题、听辨认、口头指令等 ABC 分项得分行 Spearman 相关性分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

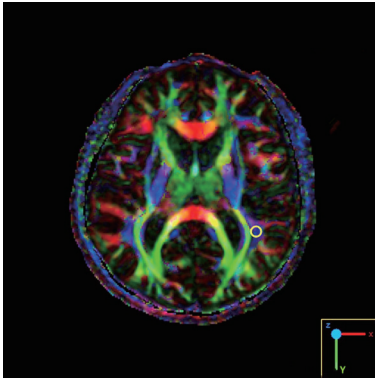


图 1 ROI₁ 位置

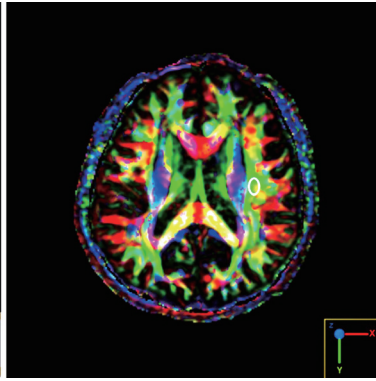


图 2 ROI₂ 位置

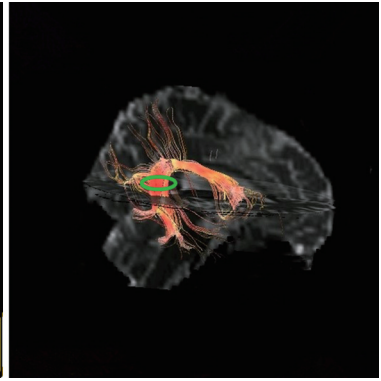


图 3 弓状纤维 FA 值测量点

结 果

一、2 组受试者 DTI 检测结果

经两独立样本 *t* 检验分析,患者组优势侧弓状纤维 FA 值较正常组减少 ($P<0.01$),非优势侧弓状纤维 FA 值与正常组无明显差异 ($P>0.05$)。

表 2 2 组受试者双侧弓状纤维 FA 值比较结果 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	优势侧 FA 值	非优势侧 FA 值
正常组	9	0.512±0.025	0.511±0.022
患者组	18	0.313±0.138 ^a	0.512±0.061

注:与正常组比较,^a $P<0.01$

二、优势侧弓状纤维 FA 值与言语功能相关性分析

18 名患者临床特点、ABC 评估听理解项目得分、优势侧弓状纤维 FA 值的具体数据见表 3。经

Spearman 相关性分析,优势侧弓状纤维 FA 值与听辨认 ($r=0.513, P=0.029$) 得分存在显著相关性,与是/否问题 ($r=0.264, P=0.294$) 和口头指令 ($r=0.425, P=0.089$) 得分均无显著相关性。优势侧弓状纤维 FA 值与 ABC 评估项目得分的散点图见图 4~6。

讨 论

本研究结果提示,优势侧弓状纤维的损伤是卒中后失语症听理解障碍的机制之一,可能表现为与听辨认有关。

研究表明,白质纤维损伤在语言障碍的发病上有重要影响,白质纤维的主要作用是将语言相关中枢连接起来,这对形成语言神经网络有重要作用^[14]。弓状纤维外形为一束 U 形,弓形走向的白质纤维。弓状纤维从颞上回、颞中回、梭状回发出,止于三角部、岛盖部和前运动皮质,经过顶下小叶、缘下回等脑区,是连接

表 3 患者组 ABC 听理解分项评估和影像学结果

患者编号	病程(月)	是/否问题	听辨认	口头指令	病灶	优势侧 AF 的平均 FA 值
1	1	25	50	4	左侧基底节、放射冠梗死并出血转化	0.270
2	2	0	0	0	左侧基底节、额、颞叶出血	0.216
3	2	40	68	45	左侧额叶、岛叶、颞叶出血	0.405
4	4	5	30	6	左侧外囊、颞、顶、岛叶出血	0.158
5	4	44	72	30	左侧基底节、放射冠出血	0.401
6	2	50	82	48	左侧基底节、放射冠梗死	0.389
7	1	30	28	4	左侧岛叶、颞叶、额叶梗死	0.343
8	2	40	40	0	左侧丘脑、侧脑室出血	0.159
9	1	38	14	6	左侧基底节、顶叶、枕叶梗死	0.292
10	5	32	40	14	左侧额、顶、岛叶、基底节梗死	0.130
11	2	56	86	64	左侧额颞叶基底节出血	0.343
12	4	0	0	0	左侧基底节、颞顶叶出血	0.219
13	4	36	52	8	左侧基底节、额颞顶叶梗死	0.196
14	3	36	60	27	左侧基底节梗死、放射冠	0.575
15	2	40	71	17	左侧基底节、额颞叶、岛叶梗死	0.495
16	4	22	36	8	左侧额叶、顶叶梗死	0.331
17	4	46	30	19	左侧基底节梗死、放射冠	0.158
18	3	30	40	6	左侧基底节梗死、放射冠	0.556

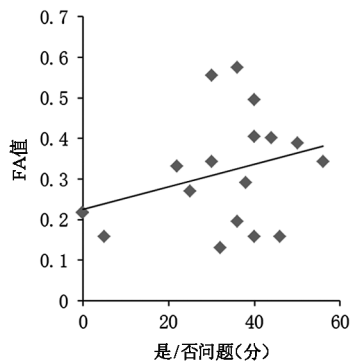


图4 优势侧 AF 的 FA 值与是/否问题相关性散点图

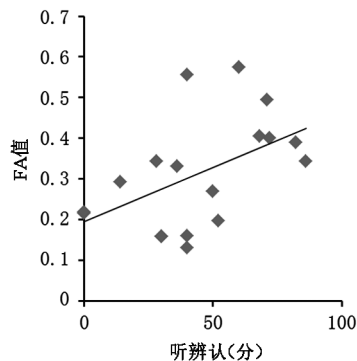


图5 优势侧 AF 的 FA 值与听辨认相关性散点图

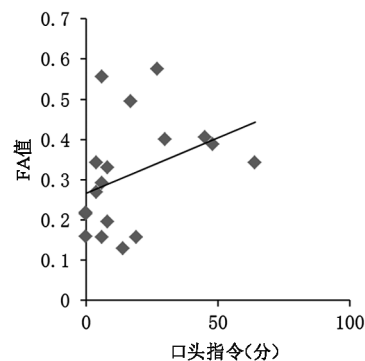


图6 优势侧 AF 的 FA 值与口头指令相关性散点图

额叶、顶叶、颞叶三个脑区之间重要纤维连接结构^[15]。有研究中报道,优势侧弓状纤维的损伤可引起听理解障碍,该研究在脑部手术过程中,通过刺激优势侧弓状纤维,观察受试对象执行语言任务时的表现,结果提示,优势侧弓状纤维在听觉途径上语义加工上有重要作用^[16]。Kamali 等^[17]对弓状纤维后部(颞顶联络纤维)的作用进行了研究,认为这段连接纤维对听理解功能有重要作用。以上的研究提示,优势侧弓状纤维的损伤可能是听理解障碍发病机制之一,但优势侧弓状纤维损伤对听理解障碍的发生的关系如何,仍没有定论。

本研究按照我国常用的 ABC 量表的评分项目,进一步分析了脑卒中后失语症患者的听理解能力的各个分项(是/否问题、听辨认、口头指令)与优势侧弓状纤维损伤的相关性。本研究结果发现,在听理解 3 个分项中,优势侧弓状纤维 FA 值与听辨认($r=0.513$)、听口头指令($r=0.425$)得分相关系数较高,与是/否问题($r=0.264$)得分相关系数低。本课题组认为,该结果与三项言语任务所涉及的能力差异有关。与是/否问题任务相比,听辨认、口头指令任务不仅仅需要语音感知、词汇识别的加工,还要将听觉和视觉的信息进行整合加工。从神经解剖上角度看待,这种对视觉信号、听觉信号、触觉信号的整合加工过程,与大脑顶颞部、顶枕部相关联,而优势侧弓状纤维是顶叶、颞叶的重要联络纤维。Hawkin 等^[18]的研究也指出,优势侧弓状纤维的颞顶联络纤维(后部)对视觉-听觉途径的信息整合具有重要作用。这可能是优势侧弓状纤维与听辨认、口头指令相关性较好的原因之一。

本研究的相关性分析结果表明,与是/否问题和口头指令项目相比,优势侧弓状纤维 FA 值与听辨认得分存在较好的相关性,差异具有统计学意义($P<0.05$)。患者组在听理解三个分项中,听辨认得分高的患者,其优势侧弓状纤维 FA 值较高,换言之,听理解分项中听辨认能力与优势侧弓状纤维的完整性呈正相

关关系。本课题组认为,听辨认主要是对听觉途径上的词汇的语义、语音进行加工,而是/否问题、口头指令是听觉途径上对语句的理解,因此推测,优势侧弓状纤维对听理解词汇的语音和语义的加工具有重要作用。有功能磁共振研究发现,词汇语义的加工可能发生在左侧颞上回,并且通过纤维连接与缘上回、颞中回等脑区相连接共同作用,其中,弓状纤维可能是连接纤维的重要成分^[19]。是/否问题、口头指令与优势侧弓状纤维相关性较低,由此本课题组推测,语句的听理解加工不仅仅依赖优势侧弓状纤维,可能还需要更多的语言脑区或者语言相关的白质纤维的参与,如腹侧通路上的钩束、额枕下束等^[20]。

综上所述,弓状纤维作为语言中枢的之间重要的连接结构之一,弓状纤维损伤是听理解障碍发生的重要因素。本研究结果提示,优势侧弓状纤维与听辨认语言任务可能具有相关性,通过分析,本课题组推测,这主要是由于优势侧弓状纤维能够对视觉、听觉信息整合加工,并且参与了词汇的语音、语义的加工过程。本研究在纳入的研究例数上仍有不足,在今后的研究中本课题组将增加样本量,进一步验证本研究的结论。此外在言语功能评估上,本研究还将补充认知心理学方面的评估结果,以进一步分析弓状纤维与听理解的关系。

参 考 文 献

- [1] Farooq Shah Y, Kling, Solomon J, et al. Lesion analysis of language production deficits in aphasia[J]. Aphasiology, 2013, 28(3):258-277. DOI: 10.1080/02687038.2013.853023.
- [2] 黄芳. 脑卒中失语症的康复治疗进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(6): 465-467. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.06.020.
- [3] 余齐卫, 王红. 卒中后失语症弥散张量成像的研究进展[J]. 广东医学, 2016, 37(5): 769-772. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.20160329.001.
- [4] Jang SH. Diffusion tensor imaging studies on arcuate fasciculus in stroke patients: a review [J]. Front Hum Neurosci, 2013, 7(11):

749. DOI:10.3389/fnhum.2013.00749.
- [5] Bernal B, Ardila A. The role of the arcuate fasciculus in conduction aphasia[J]. Brain, 2009, 132(9):2309-2316. DOI: 10.1093/brain/awp206.
 - [6] 高雯菁, 李铮, 陈品元, 等. 应用限制球形卷积解析弓状束的结构特性与语言理解表现的相关性[J]. 波谱学杂志, 2016, 33(2): 269-280. DOI:10.11938/cjmr20160209.
 - [7] Kinoshita M, Nakada M, Okita H, et al. Predictive value of fractional anisotropy of the arcuate fasciculus for the functional recovery of language after brain tumor resection: a preliminary study[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2014, 117(2):45-50. DOI:10.1016/j.clineuro.2013.12.002.
 - [8] Ivanova MV, Isaev DY, Dragoy OV, et al. Diffusion-tensor imaging of major white matter tracts and their role in language processing in aphasia[J]. Cortex, 2016, 85:165-181. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.04.019.
 - [9] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管病诊断要点. 中华神经科杂志, 1996, 29(6):379-380.
 - [11] 高素荣, 褚月发, 石舜琴, 等. 汉语失语检查法标准化的研究[J]. 中国心理卫生杂志, 1992(3):125-128.
 - [12] Smits M, Jiskoot LC, Papma JM. White matter tracts of speech and language[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2014, 35(5):504-516. DOI: 10.1053/j.sult.2014.06.008.
 - [13] Henning SL, Seidel K, Wiest R, et al. Localization of primary language areas by arcuate fascicle fiber tracking. [J]. Neurosurgery, 2011, 70(1):56-64. DOI:10.1227/NEU.0b013e31822cb882.
 - [14] Ivanova MV, Isaev DY, Dragoy OV, et al. Diffusion-tensor imaging of major white matter tracts and their role in language processing in aphasia[J]. Cortex, 2016, 85:165-181. DOI:10.1016/j.cortex.2016.04.019.
 - [15] Axer H, Klingner CM, Prescher A. Fiber anatomy of dorsal and ventral language streams [J]. Brain Lang, 2013, 127(2):192-204. DOI:10.1016/j.bandl.2012.04.015.
 - [16] Maldonado IL, Moritz-Gasser S, Duffau H. Does the left superior longitudinal fascicle subserve language semantics? A brain electrostimulation study [J]. Brain Struct Funct, 2011, 216(3):263-274. DOI: 10.1007/s00429-011-0309-x.
 - [17] Kamali A, Sair HI, Radmanesh A, et al. Decoding the superior parietal lobule connections of the superior longitudinal fasciculus/arcuate fasciculus in the human brain[J]. Neuroscience, 2014, 277(10):577-583. DOI:10.1016/j.neuroscience.2014.07.035.
 - [18] Hawkins KM, Sayegh P, Yan X, et al. Neural activity in superior parietal cortex during rule-based visual-motor transformations [J]. J Cogn Neurosci, 2013, 25(3):436-454. DOI:10.1162/jocn_a_00318.
 - [19] Brugge JF, Volkov IO, Garell PC, et al. Functional connections between auditory cortex on Heschl's gyrus and on the lateral superior temporal gyrus in humans[J]. J Neurophysiol, 2003, 90(6):3750-3763.
 - [20] Axer H, Klingner CM, Prescher A. Fiber anatomy of dorsal and ventral language streams [J]. Brain Lang, 2013, 127(2):192-204. DOI:10.1016/j.bandl.2012.04.015.

(修回日期:2019-06-24)

(本文编辑:阮仕衡)

• 外刊撷英 •

Task-specific differences in respiration-related activation of deep and superficial pelvic floor muscles

BACKGROUND AND OBJECTIVE The female pelvic floor muscles (PFM) are arranged in distinct superficial and deep layers that function to support the pelvic/abdominal organs and maintain continence, but with some potential differences in function. Although general recordings of PFM activity show amplitude modulation in conjunction with fluctuation in intra-abdominal pressure such as that associated with respiration, it is unclear whether the activities of the two PFM layers modulate in a similar manner. This study aimed to investigate the activation of the deep and superficial PFM during a range of respiratory tasks in different postures.

METHODS Twelve women without pelvic floor dysfunction participated. A custom-built surface electromyography (EMG) electrode was used to record the activation of the superficial and deep PFM during quiet breathing, breathing with increased dead space, coughing, and maximal and submaximal inspiratory and expiratory efforts.

RESULTS As breathing demand increased, the deep PFM layer EMG had greater coherence with respiratory airflow at the frequency of respiration than the superficial PFM ($P=0.038$). During cough, the superficial PFM activated earlier than the deep PFM in the sitting position ($P=0.043$). In contrast, during maximal and submaximal inspiratory and expiratory efforts, the superficial PFM EMG was greater than that for the deep PFM ($P=0.011$).

CONCLUSION These data show that both layers of PFM are activated during both inspiration and expiration, but with a bias to greater activation in expiratory tasks/phases. Activation of the deep and superficial PFM layers differed in most of the respiratory tasks, but there was no consistent bias to one muscle layer.

NEW & NOTEWORTHY Although pelvic floor muscles are generally considered as a single entity, deep and superficial layers have different anatomies and biomechanics. Here we show task-specific differences in recruitment between layers during respiratory tasks in women. The deep layer was more tightly modulated with respiration than the superficial layer, but activation of the superficial layer was greater during maximal/submaximal occluded respiratory efforts and earlier during cough. These data highlight tightly coordinated recruitment of discrete pelvic floor muscles for respiration.

【摘自:Aljuraifani R, Stafford RE, Hall LM, et al. J Appl Physiol (1985), 2019, 126(5):1343-1351.】