

呼吸器ウイルス感染症の下気道炎における 画像所見を用いた病原体の推定

佐田 充

杏林大学医学部呼吸器内科学教室

背景

新型コロナウイルス感染症対策緩和に伴い、世界的に呼吸器ウイルス感染症が流行している。呼吸器ウイルス感染症は急性気管支炎や肺炎などの下気道炎をきたし、重大な疾病負荷となっているため、正確に診断・治療を行う必要がある。

呼吸器ウイルス感染症による下気道炎を疑う場合、胸部CT検査を行い、可能であれば原因ウイルスの特定を行う。呼吸器パネル検査は約20種類の呼吸器感染症の原因ウイルスや細菌を同時に検出できる一方、施行可能な施設は限られている。

新型コロナウイルス感染症では広範な肺炎をきたすが、従来のヒトコロナウイルス感染症での肺炎は多くない。このように呼吸器ウイルスごとの気道炎症の差異があり、画像上の気管支壁の肥厚の有無や肺野病変の差として反映されると予想される。

目的

呼吸器ウイルス感染症において気管支壁肥厚の定量評価及びCTの肺野所見の比較により、画像所見から原因ウイルスを推定できるかを検証する。

方法

後ろ向き観察研究として、2024年1月1日～2024年12月31日に当院呼吸器内科で診療した呼吸器ウイルス感染症の入院患者を対象とした。CTが5 mm スライスしか存在しないもの、気胸、間質性肺炎急性増悪など画像評価に影響する症例は除外した。胸部CTは2 mm以下のスライスを用い、気管支壁厚、気管支壁肥厚の有無を検出された呼吸器ウイルスごとで比較した。気管支壁厚は各気管支の分枝部付近での壁厚を測定し、気管支壁肥厚の有無については分枝部付近から末梢も含めた主観的な評価とした。統

計解析はJMP 14 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を用い、気管支壁厚の群間比較にはWilcoxon順位和検定、比率の比較にはFisherの正確確率検定を用いた。有意水準は5%とした。

結果

対象患者は70例であった。年齢の中央値は72.5歳[21-89歳]で、男性は30例(42.9%)であった。基礎疾患として慢性閉塞性肺疾患13例、気管支喘息9例が含まれていた。胸部CT所見は気管支壁肥厚 47例(67.1%)、すりガラス影 50例(71.4%)、浸潤影 50例(71.4%)で認めた。検出ウイルスはsevere acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) が35例(50%)と最も多く、次いでinfluenza A virus 13例(18.6%)、rhinovirus/enterovirus (RV/EV) 7例(10%)、human parainfluenza virus 3 (hPIV3) 4例(5.7%)、human metapneumovirus (hMPV) 4例(5.7%)であった。

最初に各気管支の壁厚と検出ウイルスについての検討を行った。SARS-CoV-2以外のウイルスが少数例であったためSARS-CoV-2とそれ以外のウイルスの2群に分けて比較検討したが、右B¹からB¹⁰および左B¹⁺²からB¹⁰までのすべての気管支壁厚はSARS-CoV-2とそのほかのウイルスでは差がみられなかった(表1)。

検出ウイルスと主観的な気管支壁肥厚の有無について検討したところ、SARS-CoV-2では気管支壁肥厚なしの割合(あり17例/なし18例)が有意に高く、influenza A virusでは気管支壁肥厚ありの割合が有意に高かった。また、有意差はないものの、RV/EV、hPIV3、hMPVで気管支壁肥厚の割合が高い傾向を示した。

気管支壁肥厚の部位と検出ウイルスについての検討では、SARS-CoV-2以外のウイルスでは右B¹からB¹⁰および左B¹⁺²からB¹⁰のすべての部位で気管支壁肥厚がある割合が有意に高く、SARS-CoV-2では気管支壁肥厚がない割合

表1 ウイルス種と各気管支における気管支壁厚の比較

気管支	SARS-CoV-2 (N=35)			その他ウイルス (N=35)		
	N	気管支壁厚 (mm)		N	気管支壁厚 (mm)	
右 B ¹	33	1.65	[1.49-1.87]	32	1.71	[1.42-1.88]
右 B ²	32	1.57	[1.40-1.76]	31	1.68	[1.46-1.92]
右 B ³	33	1.62	[1.46-1.81]	33	1.82	[1.45-2.03]
右 B ⁴	32	1.52	[1.37-1.66]	34	1.63	[1.46-1.84]
右 B ⁵	31	1.69	[1.53-1.84]	33	1.81	[1.62-1.98]
右 B ⁶	27	1.90	[1.68-2.35]	29	1.86	[1.61-2.19]
右 B ⁷	26	1.63	[1.57-1.78]	27	1.59	[1.40-1.95]
右 B ⁸	28	1.59	[1.39-1.79]	30	1.58	[1.41-1.83]
右 B ⁹	24	1.56	[1.44-1.75]	30	1.64	[1.40-1.82]
右 B ¹⁰	26	1.69	[1.53-1.93]	29	1.77	[1.41-1.93]
左 B ¹⁺²	33	1.69	[1.49-1.87]	33	1.78	[1.55-2.04]
左 B ³	33	1.74	[1.57-1.86]	33	1.73	[1.57-1.88]
左 B ⁴	32	1.65	[1.52-1.80]	33	1.61	[1.54-1.87]
左 B ⁵	33	1.68	[1.54-1.81]	31	1.70	[1.44-1.98]
左 B ⁶	31	1.75	[1.54-2.14]	31	1.84	[1.62-2.10]
左 B ⁸	32	1.71	[1.58-1.93]	32	1.73	[1.49-1.87]
左 B ⁹	32	1.68	[1.52-1.97]	31	1.73	[1.57-1.99]
左 B ¹⁰	31	1.70	[1.48-1.85]	30	1.85	[1.62-2.04]

※気管支壁厚は中央値 [IQR] で示した

が有意に高かった (表2)。

考察

本研究では呼吸器ウイルス種間で定量的な気管支壁厚の差を認めなかった。これはCTのスライス厚が2mmと気管支壁よりも厚い事や息止め不良例など撮影条件の影響、浸潤影と気管支壁が一塊となり評価が困難な部位が多数存在したことが影響したと思われる。また、気管支壁厚の測定部位を分枝直後の近位部に設定したことも影響したと思われる。専用AIの活用でこうした問題はある程度解消し得るが、CT画像所見のみでの呼吸器ウイルス種推定を臨床現場へ導入するには障壁が高いと考えられた。

一方、主観的評価による気管支壁肥厚の有無では、

表2 ウイルス種と各気管支における気管支壁肥厚の有無

	SARS-CoV-2		その他ウイルス		
気管支	壁肥厚		壁肥厚		p 値
	あり	なし	あり	なし	
右 B ¹	9	25	23	10	0.0004
右 B ²	11	23	23	10	0.0023
右 B ³	13	21	23	10	0.0094
右 B ⁴	3	28	18	16	0.0002
右 B ⁵	4	27	19	15	0.0003
右 B ⁶	11	21	24	9	0.0020
右 B ⁷	8	23	23	10	0.0005
右 B ⁸	8	25	22	11	0.0006
右 B ⁹	11	22	24	9	0.0014
右 B ¹⁰	12	20	24	8	0.0026
左 B ¹⁺²	7	28	19	15	0.0021
左 B ³	6	29	19	16	0.0012
左 B ⁴	6	29	18	16	0.0018
左 B ⁵	4	31	17	17	0.0005
左 B ⁶	9	23	20	11	0.0038
左 B ⁸	6	26	22	12	0.0002
左 B ⁹	6	26	22	12	0.0002
左 B ¹⁰	9	23	23	11	0.0014

※ Fisher の正確確率検定

SARS-CoV-2では有意に気管支壁肥厚が少なく、influenza A virusやRV/EVでは気管支壁肥厚が多かった。このことは、過去の報告にある自然免疫系を介した呼吸器ウイルス共通の気道炎症発生/増強の機序以外に、呼吸器ウイルス種間で異なる気道炎症を惹起する機序が存在すると推測された。

今後、本研究の結果から呼吸器ウイルス感染症で気道炎症に差異が生じる理由についてウイルス抗原と気道上皮細胞を用いた *in vitro* の研究を進めていく予定である。