

Imagerie thoracique du COVID-19

Amin Mahsouli*, Melissa Grillo*, Nadia Amini, Souad Acid, Emmanuel Coche, Benoît Ghaye

Chest imaging in COVID-19

In December 2019, a new type of coronavirus (SARS-CoV-2) spread from China to all around the world. Chest imaging has emerged as a valuable tool for the workup of COVID-19, notably for triaging symptomatic patients to COVID-19 or non-COVID-19 units in anticipation of the reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) results. The findings observed on computed tomography (CT) in this context are highly sensitive, but they are not specific for this pathology. Chest CT most frequently reveals bilateral multilobar ground-glass opacities with a peripheral or posterior distribution. A correlation has been demonstrated between the radiological extent and evolution of chest findings and the clinical course of the disease. CT lesions may precede the onset of symptoms, which confirms the high sensitivity of this technique. This literature review was aimed at highlighting the usefulness of chest imaging in the diagnosis of COVID-19, which exhibits typical and less typical CT features, as well as radiological severity criteria, and in the triaging of patients.

KEY WORDS

Chest CT, COVID-19, pneumonia, ground glass, pulmonary embolism

Décembre 2019 a vu l'apparition d'un nouveau coronavirus (SARS-CoV-2) originaire de Chine qui s'est propagé à travers le monde. L'imagerie thoracique a démontré son rôle précieux dans la mise au point de cette pneumopathie. Elle a notamment prouvé son efficacité en cas de symptômes respiratoires nécessitant une prise en charge hospitalière pour orienter les patients en unité COVID-19 ou non COVID-19, en anticipation des résultats de la RT-PCR. Les résultats tomographiques (TDM) observés dans le cadre de la pneumopathie COVID-19 montrent une sensibilité élevée mais ne sont cependant pas spécifiques à cette pathologie. Les signes les plus souvent retrouvés en TDM sont les opacités en verre dépoli de topographie périphérique et bilatérale, avec une atteinte plurilobaire et essentiellement postérieure. Une corrélation a été démontrée entre la gravité du tableau clinique et l'extension des lésions TDM. Celles-ci peuvent précéder l'apparition des symptômes, ce qui confirme le caractère très sensible de cette technique. Cette revue de notre expérience et de la littérature a donc pour but de mettre en avant l'utilité de l'imagerie thoracique dans le diagnostic d'infection au COVID-19 avec ses aspects TDM typiques et moins typiques ainsi que les critères de gravité et son rôle comme outil de triage des patients.

Abréviations

RT : radiographie thoracique

TDM : tomographie

SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigüe

USI : unités de soins intensifs

MERS: Middle East Respiratory Syndrome

SARS: Severe Acute Respiratory Syndrome

OMS : organisation mondiale de la santé

*Les deux auteurs ont contribué de manière équivalente à la rédaction de l'article

RÔLE DE L'IMAGERIE

Dans l'absolu, l'imagerie thoracique n'a jamais prouvé son utilité dans l'atteinte virale des voies aériennes inférieures (1). La littérature la concernant est néanmoins déjà devenue plus riche et intéressante durant les épidémies précédentes du *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) et du *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS), déjà dues à deux autres types de coronavirus, pointant les anomalies observées sur la radiographie thoracique (RT) comme un des critères de la définition du SARS par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Cependant, durant les quatre premiers mois de 2020, plus de 200 papiers ont déjà été publiés sur l'imagerie du COVID-19 dû à un nouveau coronavirus, le SARS-CoV-2. Simple compétition à la publication ? Si la qualité et la pertinence de bon nombre de ces publications sont critiquables et très variables, elle

a cependant montré l'efficacité de l'imagerie dans la détection des anomalies précoces de la pneumonie virale COVID-19 permettant, entre autres, le triage des patients symptomatiques qui nécessitent une hospitalisation en isolement ou non en l'absence ou dans l'attente du résultat du test de référence, la RT-PCR. Elle permet également de suggérer d'éventuels diagnostics différentiels ou une complication comme une surinfection bactérienne. Les séries chinoises sur le COVID-19 n'ont quasi investigué que la sémiologie et les performances de la tomodensitométrie (TDM) thoracique, laissant la RT de côté. Les performances de la TDM sont très variables en fonction des séries avec des sensibilités variant de 44 à 98 % (en moyenne de l'ordre de 90 %) tandis que la spécificité varie entre 25 et 94 % (en moyenne inférieure à 50 %) (2-5). La sensibilité pourrait augmenter en fonction du délai par rapport à l'apparition des symptômes : 84 % entre les jours zéro et cinq, et 99 % entre les jours six et onze (6). Dans les stades très précoces de la maladie, une TDM faussement négative est rapportée dans 2 à 56 % des cas (2,7). C'est ainsi une valeur prédictive négative trop basse (42 %) qui contre-indique la TDM comme test de screening chez des patients asymptomatiques (4). Par comparaison, la sensibilité de la RT-PCR dans les premières séries était assez variable et se situait entre 37 et 83 % (en moyenne de l'ordre de 70 %) en fonction de la charge virale, de la durée des symptômes et de la qualité du prélèvement, alors que la spécificité était quasi parfaite (8,9). La première vague de séries chinoises a ainsi rapporté de nombreux exemples de patients avec un test RT-PCR négatif mais avec des anomalies TDM évocatrices de pneumopathie virale. Dans l'étude publiée par Ai *et al.* basée sur 1041 patients pris en charge à Wuhan entre janvier et février 2020, 601 (59 %) avaient une RT-PCR positive et 888 (88 %) avaient des lésions pulmonaires à la TDM (2). Dans ce cas de figure, le test RT-PCR doit être réalisé à nouveau et, en cas de négativité persistante, recourir éventuellement à un lavage broncho-alvéolaire. Plus récemment, des sensibilités de la RT-PCR de l'ordre de 95 % ont été rapportées (10).

La place de la RT est en revanche plus débattue. Si les séries chinoises prônaient la TDM en première intention, les recommandations européennes et américaines ne vont que peu en ce sens. La RT est ainsi souvent le premier examen recommandé pour les patients suspects de COVID-19. La TDM ne serait indiquée qu'en seconde intention, en cas de RT négative ou indéterminée, en cas de discordance entre la clinique et la RT, ou en cas de sévérité ou de dégradation clinique. Dans une étude de Wong *et al.*, la sensibilité de la RT était de 69 % et la radiographie était positive avec une première RT-PCR faussement négative dans 9 % des cas (11). Néanmoins, ces résultats peuvent différer en fonction des habitudes et des directives des organismes de santé de chaque pays. En effet, lorsque les patients sont encouragés à

se présenter à l'hôpital le plus rapidement possible après le début des symptômes, comme ce fut le cas en Chine, la RT a probablement peu de valeur. La haute sensibilité de la TDM thoracique prévaut pour trier et isoler les patients. Au contraire, dans les pays occidentaux où il a été recommandé de rester chez soi jusqu'au développement de symptômes plus avancés, la première RT réalisée est le plus souvent pathologique. Outre son coût peu élevé, une faible irradiation du patient et la rapidité d'exécution, la RT a comme autre avantage de pouvoir être réalisée en chambre isolée, évitant la contamination lors de déplacements jusqu'en salle de TDM par exemple. En plus de son utilité dans l'évaluation de la progression de la maladie, la RT a la capacité de mettre en évidence d'autres diagnostics comme une pneumopathie bactérienne (condensation lobaire), un pneumothorax ou un épanchement pleural dans le décours de l'hospitalisation. Le recours à la RT, compte tenu de ces données, permettrait d'alléger la tâche du service de radiologie et de pallier la réduction de la disponibilité du scanner dans certains centres causée entre autres par les mesures d'hygiène drastiques à appliquer après chaque utilisation. Néanmoins, le choix de la technique et des indications pour chacune d'elles est laissé à la libre appréciation de chaque équipe en fonction de ses capacités et de son expertise (8).

Selon les recommandations de la Fleischner Society, une imagerie est indiquée en cas de suspicion d'infection au COVID-19 chez des patients nécessitant une hospitalisation indépendamment du résultat du test RT-PCR. En effet, même en cas de positivité, l'imagerie permet d'avoir un examen de base et d'identifier d'éventuelles anomalies cardio-pulmonaires sous-jacentes qui affinent la stratification du risque d'aggravation clinique. Elle est également indiquée en cas d'aggravation des symptômes chez les patients infectés (confirmés). Elle n'est pas indiquée comme dépistage chez des patients asymptomatiques ni chez les patients infectés (confirmés) ne nécessitant pas d'hospitalisation (par exemple en cas de symptomatologie légère à modérée). Les résultats de l'imagerie, que ce soit la TDM ou la RT, sont à corrélérer avec la probabilité clinique *a priori* de COVID-19 vu leur faible spécificité. Particulièrement, la découverte fortuite de lésions pulmonaires suggestives de pneumopathie virale doit mener à un test RT-PCR pour le SARS-CoV-2 et à sa répétition en cas de premier test négatif. Concernant les patients intubés en unités de soins intensifs (USI), il n'est pas indiqué de réaliser une RT quotidienne s'ils sont cliniquement stables (8).

Il est enfin important de rappeler qu'un examen TDM normal n'exclut pas une infection de type COVID-19, notamment dans les 3 premiers jours de la symptomatologie (7).

IMAGERIE TYPIQUE ET ATYPIQUE

Très semblable à celle décrite dans le SARS et le MERS, une large variété de lésions pulmonaires a été décrite pour le COVID-19 en TDM (et RT) thoracique (11). Les manifestations TDM et leurs caractéristiques les plus souvent retrouvées comprennent d'après deux revues de la littérature de Salehi *et al.* et de Ye *et al.* : opacités en verre dépoli (87 %), atteinte bilatérale des lésions (80 %), distribution périphérique (75 %), atteinte multilobaire (89 %), topographie postérieure des lésions (80 %) et condensations parenchymateuses (33 %) (Figures 1-3) (13,14). Ces opacités en verre dépoli ont souvent été rapportées comme étant arrondies, nodulaires ou ayant un pattern de *crazy-paving* (davantage observé dans un stade plus tardif) (Figures 1 et 3). Les lobes inférieurs sont les plus atteints et le lobe moyen est le moins touché par la pneumopathie. Les opacités en verre dépoli pures ou associées à des condensations étaient un des patterns le plus fréquemment retrouvé (15).

La fréquence de ces signes varie en fonction des études et du stade d'avancement de la maladie. D'autres signes comme l'élargissement des vaisseaux au sein des opacités en verre dépoli, des masses/nodules, les signes du halo ou du halo inversé, et des opacités linéaires dont l'épaississement des septas interlobulaires ont été décrits de manière variable (Figure 4) (3). La présence d'un épanchement pleural ou d'un épaississement pleural isolé ou adjacent aux lésions a aussi été décrit dans l'atteinte pleurale (13, 14).

L'ensemble de ces signes, même s'ils sont décrits comme "typiques" ou "évocateurs" du COVID-19, ne sont pas spécifiques et d'autres pathologies peuvent présenter ce pattern comme d'autres pneumopathies virales dont l'Influenza, la pneumonie organisée, l'atteinte pulmonaire sur toxicité médicamenteuse ou les connectivites. La présomption clinique *a priori* de COVID-19 est donc primordiale.

En revanche, si ces lésions présentent d'autres caractéristiques comme une topographie péri-hilaire, péribronchovasculaire, unilatérale ou sans localisation claire, il faudra évoquer, en fonction de l'histoire clinique du patient, d'autres diagnostics comme une pneumonie d'hypersensibilité, une infection dite "atypique" (p. ex. à *Pneumocystis Jirovecii*) ou encore une hémorragie alvéolaire diffuse.

D'autres signes sont atypiques ou négatifs pour le COVID-19 et orientent davantage le diagnostic vers d'autres pathologies. Citons par exemple la présence d'une condensation lobaire ou segmentaire (pneumopathie bactérienne), la cavitation d'une pneumopathie nécrosante, des images en arbres en bourgeons signant une bronchiolopathie très inhabituelle dans le COVID-19 à l'inverse de bon nombre d'autres pathologies infectieuses (4).

Figure 1.



Plages de verre dépoli bilatérales de topographie mixte (périphérique et centrale), par endroit nodulaire comme à gauche, avec condensation débutante sous-pleurale dans le segment postérieur du lobe supérieur droit.

Figure 2a.

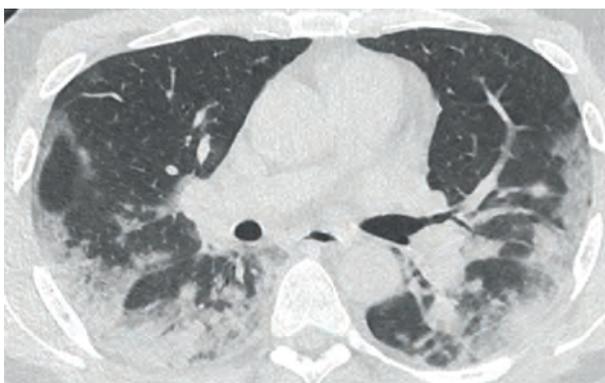
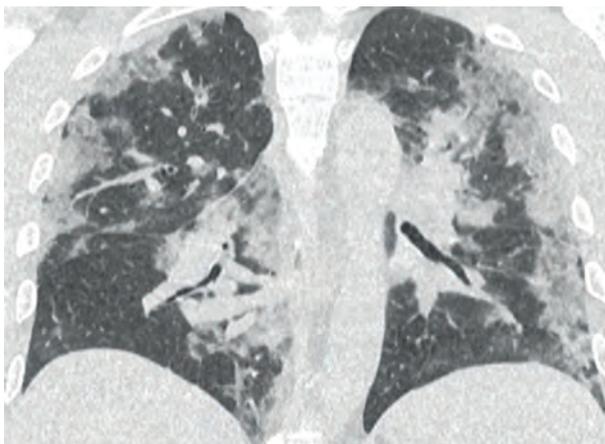


Figure 2b.



Association de lésions mixtes (opacités en verre dépoli et condensations) de topographie principalement périphérique, dans un plan axial (a) et coronal (b).

Figure 3.

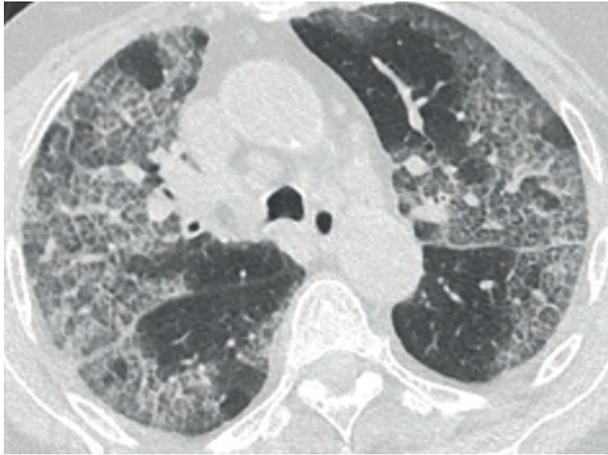
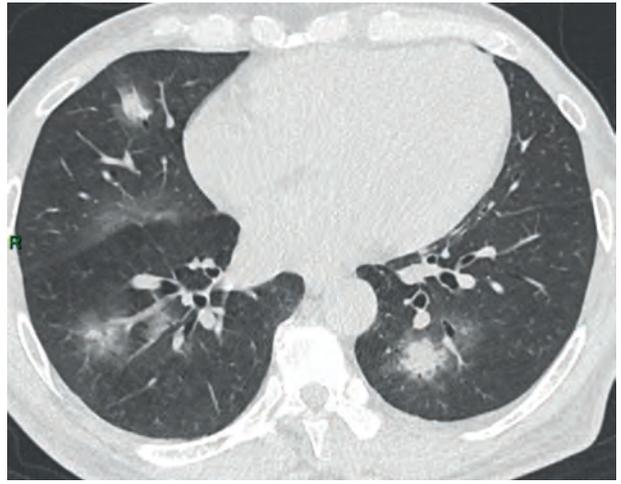


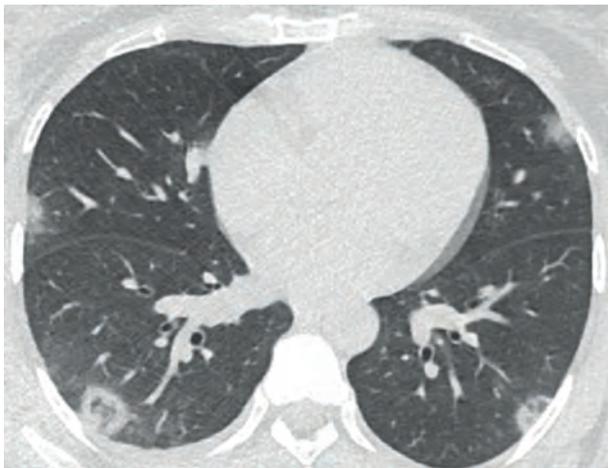
Image typique de "crazy paving" caractérisée par des réticulations périlobulaires et intralobulaires au sein des plages de verre dépoli. L'atteinte est bilatérale à prédominance sous-pleurale.

Figure 4a.



Condensations nodulaires bilatérales entourées de verre dépoli (signe du halo), observées dans la pneumonie organisée. Présence également d'une plage de verre dépoli lobaire moyenne.

Figure 4b.



Plages nodulaires focales de verre dépoli de topographie périphérique, entourées d'un anneau de consolidation alvéolaire au niveau des lobes inférieurs (signe du halo inversé), évoquant également un aspect de pneumonie organisée.

Figure 4c.



Bandes de condensations curvilignes sous-pleurales dans les régions postérieures, évoquant également des lésions de pneumonie organisée.

Afin de faciliter l'interprétation et améliorer la communication des résultats entre radiologues et cliniciens, différentes sociétés ou équipes ont mis en exergue l'importance d'un compte-rendu structuré et uniformisé utilisant des termes radiologiques clairs et standardisés comme les systèmes de classification CO-RADS et COVID-RADS (9,13). La Société de Radiologie Nord-Américaine (RSNA) a ainsi proposé une classification en 4 catégories des manifestations TDM du COVID-19 : 1) *typique* reprenant les signes les plus fréquents, 2) *indéterminée* comprenant des manifestations moins « typiques », 3) *atypique* composée des signes non ou exceptionnellement

rapportés et 4) *négatif* sans signe de pneumopathie (4). Ces systèmes de classification auraient également l'avantage d'augmenter la spécificité de l'imagerie pour les catégories "typique" ou "très haute suspicion" de COVID-19 (9). En l'absence ou dans l'attente des résultats de la RT-PCR, ils doivent être interprétés de concert avec les données cliniques et biologiques afin de préciser le diagnostic clinique de COVID-19. Leur valeur prédictive positive sera bien évidemment dépendante de la prévalence de la maladie et d'éventuelles autres pathologies présentant des manifestations radiologiques proches (p.ex Influenza) au moment de la réalisation de l'examen.

Sous réserve de données limitées de la littérature concernant les manifestations de la pneumopathie à COVID-19 dans la catégorie d'âge pédiatrique, la plupart des patients inclus dans les études montrent une atteinte parenchymateuse plus modérée avec moins de lobes atteints, des lésions pulmonaires de plus petite taille et un nombre plus important de TDM normales par rapport à l'atteinte chez les adultes. Cependant les manifestations parenchymateuses restent globalement les mêmes, avec une fréquence relativement plus importante d'une distribution péri-bronchique des opacités pulmonaires ainsi que des épaississements des parois bronchiques dans la population pédiatrique (16,17).

ÉVOLUTION DES MANIFESTATIONS TDM AU COURS DE L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE

Il semble y avoir une corrélation entre l'évolution des lésions parenchymateuses, la durée de la maladie et l'évolution clinique du patient. En effet, au début de la maladie (J 0-4 après le début des symptômes), les opacités en verre dépoli prédominent et siègent dans un nombre limité de lobes. Pour rappel, plus de la moitié des patients peut avoir une TDM thoracique normale dans les 3 premiers jours. On observe avec le temps (J 5-8) le développement de réticulations au sein des zones en verre dépoli ("*crazy-paving*") mais surtout une extension des lésions entreprenant davantage de segments et de lobes pulmonaires. Ensuite (J 9-13) apparaissent des condensations et des lésions mixtes (association de verre dépoli et condensations) (Figure 2) dont certaines prenant des caractéristiques de pneumonie organisée (les signes du halo et du halo inversé ont entre autres été décrits) et des bandes de condensations curvilignes sous-pleurales considérées par certains comme typiques du COVID-19 (Figure 4) (9). Des réticulations associées à des bronchectasies et le développement d'épaississements des septa interlobulaires irréguliers ont été observés après la deuxième semaine de maladie et suggèreraient l'évolution vers une fibrose. Les signes TDM coïncidant avec une amélioration clinique montrent une résolution progressive des condensations qui laissent à nouveau place à du verre dépoli et une régression du nombre de lobes atteints (également > J 14) (15, 18).

Le maximum de l'étendue des lésions parenchymateuses a lieu entre 6 et 11 jours (pic à J 10) après le début des symptômes et concorde avec le temps moyen de 10,5 jours après lequel les patients nécessiteraient une admission à l'USI (19,20).

Au vu de la ressemblance des lésions et du pattern d'évolution avec le SARS et le MERS, il sera intéressant d'investiguer à long terme les anciens patients COVID-19 positifs afin d'évaluer les séquelles potentielles comme la fibrose observée chez les

anciens patients atteints par ces autres coronavirus (12).

SIGNES DE GRAVITÉ

Parmi les manifestations pulmonaires TDM du COVID-19, certaines ont été identifiées comme étant associées à des formes avancées, sévères ou à des complications de la maladie. Par exemple : la présence d'adénopathies et de condensations parenchymateuses « pures » unilatérales ou systématisées évoquant une surinfection, la présence d'un bronchogramme aérique et d'un épaississement des septa interlobulaires. Ce dernier et la présence ou l'apparition d'épanchements pleuraux observés dans les stades sévères ou avancés de l'infection pourraient être liés à une surcharge hydrique pulmonaire, à un phénomène parapneumonique concomitant ou une atteinte de type cardiomyopathie du COVID-19. À noter que ces patients ont souvent d'autres comorbidités favorisant l'apparition de ces signes (insuffisance rénale ou cardiaque, diabète, obésité, etc.) (21). À terme, les patients avec les atteintes les plus sévères sont à risque de développer un syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) nécessitant une prise en charge en USI. La majorité des patients décédés d'un COVID-19 fait partie des patients ayant présenté un SDRA (15).

Tout comme pour le SARS, l'extension et la gravité des lésions en imagerie auraient également une valeur pronostique. En effet, les patients dans un état clinique sévère auraient un nombre plus important de segments pulmonaires atteints (9 ou plus) (21). Par ailleurs, la Société Française de Radiologie a proposé une évaluation visuelle de l'extension des lésions, utilisée dans notre établissement, avec plusieurs stades comprenant une atteinte minimale (<10 %), modérée (10-25 %), importante (26-50 %), sévère (51 à 75 %) et critique (>75 %) (22). Un risque d'évolution défavorable a davantage été observé chez les patients avec une atteinte importante et sévère sur l'imagerie initiale (23). Certaines études sont en faveur du caractère prédictif de cette gradation de l'étendue des lésions en TDM. L'établissement de scores d'atteinte pulmonaire permettrait d'évaluer le pronostic du patient et la nécessité d'une prise en charge en USI (24). Les développeurs de l'Intelligence Artificielle ont très vite réagi et rapidement développé divers programmes de détection et quantification des lésions. De nombreuses études sont en cours ou sont déjà publiées notamment quant au triage ou au pronostic des patients COVID-19 en se basant soit sur l'imagerie seule, soit sur l'association de celle-ci et de données cliniques ou autres (25).

À nouveau il faut insister sur le fait qu'il faut considérer dans l'analyse le délai entre la réalisation de la TDM et le début des symptômes. Des anomalies

initialement modérées au début de la maladie (J 0-4) peuvent s'aggraver secondairement dans les jours suivants et atteindre des stades sévères voire critiques.

Enfin, un taux plus élevé d'embolie pulmonaire a été rapporté chez les patients avec une atteinte COVID-19 sévère par rapport aux patients non COVID-19 en USI ou se présentant en salle d'urgences. Cette constatation pourrait être liée au fait que le virus causerait également une atteinte vasculaire ou une coagulopathie. Grillet *et al.* (26) suggèrent de réaliser une TDM avec injection de produit de contraste chez les patients (avec suspicion de COVID-19) se présentant avec un état clinique sévère ou lors d'une suspicion clinique d'embolie pulmonaire afin d'exclure des caillots endovasculaires associés à la pneumopathie virale.

AUTRES ATTEINTES

Les poumons ne sont pas les seuls organes atteints dans le COVID-19. Le système nerveux et plus particulièrement le cerveau peuvent aussi être un site d'atteinte virale et provoquer des maladies neurologiques. Helms *et al.* ont observé chez les patients COVID-19 ayant bénéficié d'une IRM cérébrale, une prise de contraste leptoméningée chez 62 %, une lésion ischémique chez 23 % et des anomalies non systématisées de la perfusion cérébrale chez 100 % des patients ayant bénéficié de cette séquence (27). D'autres organes peuvent être atteints par le COVID-19 comme le coeur, engendrant chez des patients sans cardiopathie préalable, des myocardites, des troubles du rythme et une majoration du risque d'infarctus du myocarde. Des atteintes cutanées, rénales, du tractus digestif, hépatiques et oculaires ont entre autres été également décrites (28, 29).

CONCLUSION

L'apport de l'imagerie thoracique dans la prise en charge du COVID-19 réside principalement dans la détection précoce des lésions pulmonaires. En effet, même si le test RT-PCR reste l'outil diagnostique de référence, il présente un certain délai de résultat, ce qui peut poser problème pour le triage ou la prise en charge immédiate des patients infectés ou non. La RT est actuellement globalement l'examen réalisé en première intention. La TDM thoracique offre une bonne sensibilité mais une spécificité très modeste. Des lésions pulmonaires "typiques" ont été décrites en TDM et il est important de préciser leur extension car elle est corrélée à la sévérité clinique présente ou à venir de la maladie. Il est important d'utiliser un compte-rendu structuré basé sur des modèles proposés par les sociétés savantes française (SFR) ou américaines (RSNA, ACR, STR) de radiologie, permettant une standardisation de l'interprétation et la communication claire des résultats d'imagerie.

La RT-PCR et l'imagerie thoracique semblent donc jouer un rôle complémentaire dans le diagnostic du COVID-19, avec de plus des indications sur la sévérité de l'atteinte grâce à l'imagerie (5,25).

RÉFÉRENCES

1. Cao AM, Choy JP, Mohanakrishnan LN, Bain RF, van Driel ML. Chest radiographs for acute lower respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Dec 26;2013(12):CD009119. doi: 10.1002/14651858.CD009119.pub2. PMID: 24369343; PMCID: PMC6464822.
2. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, *et al.* Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology.* 2020 Feb 26 : 200642. doi: 10.1148/radiol.2020200642.
3. Caruso D, Zerunian M, Polici M, Pucciarelli F, Polidori T, Rucci C, *et al.* Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. *Radiology.* 2020 Apr 3:201237. doi: 10.1148/radiol.2020201237. Epub ahead of print. PMID: 32243238.
4. Simpson S, Kay FU, Abbara S, Bhalla S, Chung JH, Chung M, *et al.* Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *J Thorac Imaging.* 2020 Apr 28. doi: 10.1097/RTI.0000000000000524. Epub ahead of print. PMID: 32324653.
5. Dangis A, Gieraerts C, De Bruecker Y, Janssen L, Valgaeren H, Obbels D, *et al.* Accuracy and reproducibility of low-dose submillisievert chest CT for the diagnosis of COVID-19. *Radiology: Cardiothoracic Imaging Vol. 2, No. 2, April 2020* doi: 10.1148/ryct.2020200196.
6. Wang Y, Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, *et al.* Temporal Changes of CT Findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia: A Longitudinal Study. *Radiology.* 2020 Mar 19:200843. doi: 10.1148/radiol.2020200843. Epub ahead of print. PMID: 32191587.
7. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, *et al.* Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology.* 2020 Feb 20:200463. doi: 10.1148/radiol.2020200463. Epub ahead of print. PMID: 32077789.
8. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raoof S, *et al.* The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society. *Radiology.* 2020 Apr 7:201365. doi: 10.1148/radiol.2020201365. Epub ahead of print. PMID: 32255413.
9. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford J, Stöger L, Beenen L, *et al.* "COVID-19 Standardized Reporting" Working Group of the Dutch Radiological Society. CO-RADS - A categorical CT assessment scheme for patients with suspected COVID-19: definition and evaluation. *Radiology.* 2020 Apr 27:201473. doi: 10.1148/radiol.2020201473. Epub ahead of print. PMID: 32339082.
10. Mossa-Basha M, Meltzer CC, Kim DC, Tuite MJ, Kolli KP, Tan BS. Radiology Department Preparedness for COVID-19: Radiology Scientific Expert Panel. *Radiology.* 2020 Mar 16:200988. doi: 10.1148/radiol.2020200988. Epub ahead of print. PMID: 32175814.
11. Wong HYF, Lam HYS, Fong AH, Leung ST, Chin TW, Lo CSY, *et al.* Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in COVID-19 Positive Patients. *Radiology.* 2019 Mar 27:201160. doi: 10.1148/radiol.2020201160. Epub ahead of print. PMID: 32216717.
12. Hosseiny M, Kooraki S, Gholamrezaezhad A, Reddy S, Myers L. Radiology Perspective of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Lessons From Severe Acute Respiratory Syndrome and Middle East Respiratory Syndrome. *AJR Am J Roentgenol.* 2020 May;214(5):1078-1082. doi: 10.2214/AJR.20.22969. Epub 2020 Feb 28. PMID: 32108495.
13. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezaezhad A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) imaging reporting and data system (COVID-RADS) and common lexicon: a proposal based on the imaging data of 37 studies [published online ahead of print, 2020 Apr 28]. *Eur Radiol.* 2020;1-13. doi:10.1007/s00330-020-06863-0.
14. Ye Z, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review. *Eur Radiol.* 2020 Mar 19:1-9. doi: 10.1007/s00330-020-06801-0. Epub ahead of print. PMID: 32193638; PMCID: PMC7088323.
15. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezaezhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2020 Mar 14:1-7. doi: 10.2214/AJR.20.23034. Epub ahead of print. PMID: 32174129.
16. Foust AM, Phillips GS, Chu WC, Daltro P, Das KM, Garcia-Peña P, *et al.* International Expert Consensus Statement on Chest Imaging in Pediatric COVID-19 Patient Management: Imaging Findings, Imaging Study Reporting and Imaging Study Recommendations. *Radiology: Cardiothoracic Imaging, Vol.2, No.2, Apr 23 2020.* <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200214>.
17. Chen A, Huang J, Liao Y, Liu Z, Chen D, Yang C, *et al.* Differences in Clinical and Imaging Presentation of Pediatric Patients with COVID-19 in Comparison with Adults. *Radiology.* 2020 Apr 6. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200117>.
18. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, *et al.* Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia. *Radiology.* 2020 Feb 13:200370. doi: 10.1148/radiol.2020200370. Epub ahead of print. PMID: 32053470.
19. Wang , Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, *et al.* Temporal Changes of CT Findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia: A Longitudinal Study [published online ahead of print,2020Mar19].*Radiology.*2020;200843. doi:10.1148/radiol.2020200843.
20. Shi H, Han X, Jiang N, Osamah A, Gu J, Fan Y, *et al.* Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(4):425-434. doi:10.1016/S1473-3099(20)30086-4.

21. Yu M, Dan X, Lan L, Mengqi T, Rufang L, Shuhan C, *et al.* Thin-section Chest CT Imaging of Coronavirus Disease 2019 Pneumonia: Comparison Between Patients with Mild and Severe Disease. *Radiology: Cardiothoracic Imaging* Vol. 2, No. 2. Apr 23 2020. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200126>.
22. Epidémie de COVID-19 : compte-rendu structuré. Mars 2020. SFR. http://www.sfrnet.org/rc/org/sfrnet/nws/News/2020/20200316-155630_175/src/nws_fullText/fr/CR%20TYPE%20COVID-19%20LAST.pdf
23. Ohana M. Avril 2020. COVID-19: Signes TDM de Gravité. Consulté sur <https://medzone.fr/view/view.php?t=IswRCLAbjdgGTHiPxfqo>
24. Zhao W, Zhong Z, Xie X, Yu Q, Liu J. Relation Between Chest CT Findings and Clinical Conditions of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia: A Multicenter Study. *AJR Am J Roentgenol.* 2020 May;214(5):1072-1077. doi: 10.2214/AJR.20.22976. Epub 2020 Mar 3. PMID: 32125873.
25. Wu G, Yang P, Woodruff HC, Rao X, Li J, Li J, *et al.* Development of a tool for severity risk assessment and triage for COVID-19 patients at hospital admission: a multicenter study with external validation. *Lancet*, submitted 2020
26. Grillet F, Behr J, Calame P, Aubry S, Delabrousse E. Acute Pulmonary Embolism Associated with COVID-19 Pneumonia Detected by Pulmonary CT Angiography. *Radiology.* 2020 Apr 23:201544. doi: 10.1148/radiol.2020201544. Epub ahead of print. PMID: 32324103.
27. Helms J, Kremer S, Merdji H, Clere-Jehl R, Schenck M, Kummerlen C, *et al.* Neurologic Features in Severe SARS-CoV-2 Infection. *N Engl J Med.* 2020 Apr 15: NEJMc2008597. doi: 10.1056/NEJMc2008597. Epub ahead of print. PMID: 32294339; PMCID: PMC7179967.
28. Zaim S, Chong JH, Sankaranarayanan V, Harky A. COVID-19 and Multi-Organ Response. *Curr Probl Cardiol.* 2020 Apr 28:100618. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100618. Epub ahead of print. PMCID: PMC7187881.
29. Chen L, Liu M, Zhang Z, Qiao K, Huang T, Chen M, *et al.* Ocular manifestations of a hospitalised patient with confirmed 2019 novel coronavirus disease. *Br J Ophthalmol.* 2020 Apr 7:bjophthalmol-2020-316304. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-316304. Epub ahead of print. PMID: 32265202.

AFFILIATIONS

Cliniques universitaires Saint-Luc, Service de radiologie, B-1200 Bruxelles

CORRESPONDANCE

Pr. BENOIT GHAYE
 Cliniques universitaires Saint-Luc
 Service de radiologie
 Avenue Hippocrate 10
 B-1200 Bruxelles