Revues générales

La surface oculaire passe l'examen : virtuel ou présentiel ?

RÉSUMÉ : La télémédecine se développe depuis plusieurs années et a connu une véritable croissance pendant l'épidémie de COVID-19. Ses applications sont multiples : dépistage, suivi des patients, avis spécialisé à distance. Elle se base sur l'analyse de clichés et l'interrogatoire des patients.
Ainsi, si la télémédecine a déjà des applications très concrètes dans les pathologies rétiniennes, le développement récent de techniques d'imagerie de haute qualité, les algorithmes d'intelligence artificielle et l'amélioration constante des moyens de communication à haut débit permettent d'entrevoir un futur proche pour l'examen distanciel de la surface oculaire.

A. AUGER[1,2], P.-J. PISELLA[1,2]
[1] Université François Rabelais, TOURS ;
[2] Centre Hospitalier Régional Universitaire de TOURS.

Les dernières années ont vu l'émergence du travail à distance. Si cette modalité se développe à grande vitesse dans des professions non médicales, la médecine à distance se met en place également. La télémédecine consiste à prodiguer des soins alors que le patient et le médecin se trouvent géographiquement à distance l'un de l'autre. Ce nouveau mode d'exercice s'appuie sur les avancées technologiques permettant une communication rapide et de qualité [1].

L'essor de la télémédecine a été accéléré par la pandémie de COVID-19. Pourtant, déjà en 2000, il était possible de réaliser l'ablation d'une tumeur orbitaire alors que le chirurgien et le patient se situaient à plus de 300 km l'un de l'autre [2]. Le développement de la télémédecine et ses applications en ophtalmologie sont en pleine évolution, notamment grâce à l'intelligence artificielle. Peut-on alors imaginer un exercice purement en distanciel si éloigné de la médecine traditionnelle dite "au lit du malade" ? L'examen de la surface oculaire est-il uniquement réalisable à distance ?

La télé-ophtalmologie : c'est-à-dire ?

La télémédecine se développe depuis plusieurs années sous trois formes, comme il est indiqué dans la ***figure 1***. Ces différents exercices médicaux sont réalisables selon deux temporalités. Ainsi, la consultation a lieu au même moment *via* des moyens de communications directs comme la visioconférence. Dans ce cadre, plusieurs logiciels ont été développés et approuvés par les autorités sanitaires. En parallèle, la téléconsultation peut s'effectuer par l'intermédiaire d'une équipe médicale (non ophtalmologiste) et paramédicale, comme c'est le cas pour les unités médicalisées mobiles.

La télémédecine se déroule donc dans deux espaces distincts mais peut également se dérouler à différents temps (analyse immédiate ou différée des demandes).

La téléconsultation est l'une des possibilités de la télémédecine. Le patient bénéficie d'une consultation à distance avec son médecin. Ces consultations pouvant

Revues générales

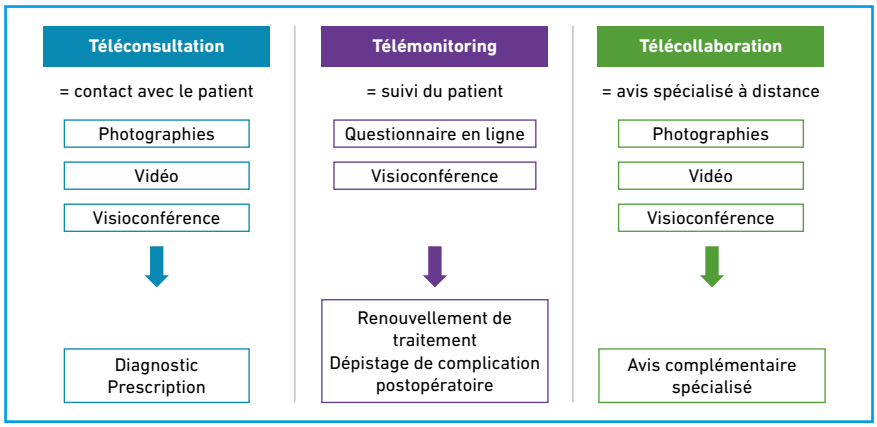

Fig. 1 : Les différents aspects de la télémédecine.

être de tout ordre, comme dans l'exercice traditionnel de la médecine. Des applications concrètes existent déjà, notamment dans le dépistage des pathologies oculaires (diabète, glaucome).

Dans une étude réalisée en zone rurale, John *et al.* ont analysé l'impact d'une unité mobile. Dans ce contexte, les patients bénéficiaient d'une réfraction, d'un examen à la lampe à fente et d'une rétinophotographie. Une téléconsultation avec un ophtalmologiste était systématiquement réalisée si le patient présentait une baisse d'acuité visuelle inexpliquée, un glaucome (confirmé ou suspecté), un diabète, une hypertension artérielle (HTA), un strabisme, des anomalies du nerf optique, une uvéite ou une pathologie rétinienne. En 18 mois, 50 000 patients sur 872 sites ont pu être évalués [3].

La télémédecine permet également de réaliser un suivi à distance. Amparo *et al.* ont analysé le suivi des patients atteints de syndrome sec *via* internet. Dans cette étude, le suivi des patients était assuré par les questionnaires OSDI et SANDE pendant 3 mois. La majorité des patients a complété les questionnaires une fois par mois, comme il était demandé [4].

Les évolutions technologiques ont facilité les échanges entre professionnels de santé. La télécollaboration fait le lien entre les médecins pour demander des avis complémentaires. Ces applications sont en cours d'évaluation aux urgences ou pour les médecins généralistes. TeleOph est une plateforme destinée aux médecins non ophtalmologistes pour obtenir une consultation en direct [5].

En Australie, les optométristes ont la possibilité de contacter des ophtalmologistes *via* les plateformes de visioconférence. Dans ce cadre, 35 % des patients ont été adressés pour une évaluation sans urgence, 3 ont été référés en urgence dans le service le plus proche (baisse d'acuité visuelle inexpliquée, déchirure rétinienne, hypertension intracrânienne [HTIC] nécessitant un avis neurochirurgical) [6].

Si un ophtalmologiste n'est pas disponible, des logiciels se développent pour aider les professionnels non ophtalmologistes à travers une série de questions à réponses fermées : c'est le cas de l'application OphthalDSS [7].

Outre l'aspect technologique, la mise en place de la télémédecine dépend essentiellement de l'adhésion des patients. Les études sont très rassurantes sur ce sujet avec en moyenne 90 % de satisfaction en fonction des études [8]. Schallhorn *et al.* ont étudié la mise en place de la téléconsultation préopératoire pour les chirurgies réfractives. Dans cette étude, les patients étaient reçus par un optométriste puis ils avaient le choix de bénéficier d'une consultation en face à face avec le chirurgien ou d'une téléconsultation. 80 % des patients ayant une chirurgie laser optaient pour la téléconsultation, 98 % d'entre eux étaient satisfaits à 1 mois postopératoire [9].

Par ces trois formes, la télémédecine offre de nombreux intérêts dans la prise en charge des malades. Le dépistage est généralisé, notamment dans les zones sous-dotées médicalement, facilitant ainsi l'accès aux soins. À l'avenir, le développement de ces pratiques pourrait jouer un rôle dans la gestion des urgences ophtalmologiques et dans le suivi postopératoire des patients. Par ce biais, l'accès aux soins pourrait être facilité, gommant les inégalités géographiques. Le nombre de consultations pourrait être diminué, optimisant le temps de travail des ophtalmologistes. Enfin, le dépistage précoce des pathologies et la diminution des consultations favorisent la baisse du coût des soins.

L'engouement pour la télémédecine est tout de même à nuancer. Son développement est limité par ses coûts, l'ensemble des équipements étant onéreux. De plus, le système de Sécurité sociale ne définit pas de cotation pour chaque acte de télémédecine. Bien que l'utilisation d'internet soit globalement très développée, il persiste une proportion importante de personnes âgées ne l'utilisant pas [10].

Il s'agit également d'un tournant dans l'exercice médical comprenant de nouveaux enjeux médico-légaux. En télémédecine, la confidentialité, la qualité et la fiabilité des images transmises doivent être assurées et surtout sécurisées. La confidentialité est une question clé de la télémédecine, notamment au vu des nombreuses brèches et attaques informatiques récentes. De plus, la responsabilité en cas d'erreur n'est pas encore clairement établie [11].

Enfin, toutes les assurances ne couvrent pas spécifiquement ce nouveau mode d'exercice. La télémédecine est une évo-

lution intéressante pour les ophtalmologistes mais elle nécessite des moyens humains également au contact du patient. Or, la multiplication des consultations de télémédecine dans des zones à faible densité médicale pourrait induire une surcharge de travail pour les praticiens et donc saturer le système de soins local. Enfin, les patients restent attachés au contact direct avec leur médecin, l'art de la médecine étant basé sur l'examen du patient mais surtout sur le dialogue avec ce dernier.

Le développement de l'imagerie pour l'examen de la surface oculaire

L'évolution des technologies disponibles est la pierre angulaire de la téléophtalmologie. L'amélioration des techniques d'imagerie et des outils de communication a permis l'examen distanciel des malades et la confrontation d'avis sur les cas complexes.

1. Photographie du segment antérieur

L'analyse clinique de la surface oculaire, et plus généralement du segment antérieur, est possible à distance par des photographies de qualité. Ces clichés peuvent être obtenus par différents moyens : appareil photo intégré à la lampe à fente, smartphone, etc. Woodward *et al.* ont comparé les photographies obtenues à partir d'un smartphone au Nidek VersaCam pour le diagnostic de pathologies cornéennes. Les performances diagnostiques variaient en fonction de la pathologie, mais on retrouvait une sensibilité oscillant entre 54 et 71 % pour le smartphone et 66-75 % pour le Nidek VersaCam ; la spécificité était comprise entre 82-96 % pour le smartphone et 91-96 % pour l'appareil Nidek [12].

D'autres dispositifs existent, notamment le Pictor Plus chez Volk. Il s'agit d'un appareil photographique non mydriatique avec des modules pour le segment antérieur et postérieur. Ce dispositif a été étudié aux urgences concernant les pathologies du segment antérieur. La sensibilité était de 88 % lorsque l'histoire clinique était renseignée en plus des clichés [13].

On peut également citer les modules à attacher sur un smartphone comme le Corneal CellScope, dont les performances diagnostiques sont comparables aux dispositifs précédemment cités [14].

2. Noninvasive break-up time

L'analyse du film lacrymal est une étape clé de l'examen de la surface oculaire. Le *break-up time* analyse la stabilité du film lacrymal, son examen est traditionnellement réalisé après l'instillation d'une goutte de fluorescéine. La quantité de collyre, le délai d'analyse après instillation sont des facteurs qui influencent le résultat [15]. Le *noninvasive break-up time* (NIBUT) se base sur l'analyse des disruptions d'un *pattern* projeté sur le film lacrymal pour identifier les zones de rupture du film lacrymal. Cette analyse est désormais automatisée par des logiciels dédiés.

Le DEWS II estime qu'un NIBUT inférieur ou égal à 10 secondes est un indicateur de syndrome sec avec une sensibilité de 82-84 % et une spécificité de 76-94 % [16]. Les études suggèrent que le NIBUT permettrait un monitoring des patients puisqu'il s'améliore avec le traitement [17].

3. Ménisque lacrymal

La mesure de la hauteur du ménisque lacrymal peut être réduite dans les déficits aqueux du film lacrymal. Cette mesure est réalisable par différentes modalités, notamment l'OCT de segment antérieur ou la lampe à fente. Les normes varient en fonction de la modalité de la mesure. La mesure de la hauteur du ménisque lacrymal semble particulièrement intéressante pour les patients présentant un déficit aqueux dans le cadre d'un syndrome de Gougerot-Sjögren [18].

4. Meibographie

La sécheresse oculaire peut également résulter d'une altération du film lipidique produit par les glandes de Meibomius. L'évaluation anatomique des glandes de Meibomius est possible par l'intermédiaire de la meibographie infrarouge. Cet examen non-contact permet une analyse du nombre et de l'aspect des glandes [19].

5. Inflammation de surface

L'inflammation de la surface oculaire peut être cliniquement évidente à la lampe à fente. Elle peut également être infraclinique, en particulier au début de la maladie. Les photographies à la lampe à fente permettent de suivre l'évolution de l'inflammation, dont l'examen peut être fait à distance. Plusieurs échelles d'évaluation existent (Efron, CCLRU, Vistakon et Annunziato). L'analyse des photographies n'est actuellement pas standardisée car de nombreux facteurs lors de l'acquisition influent sur la qualité des clichés [19].

6. Microscopie confocale in vivo

La microscopie confocale *in vivo* est un examen non invasif offrant une imagerie microscopique de la surface oculaire et de ses différents composants cellulaires.

La densité des cellules dendritiques a notamment été étudiée comme biomarqueur de la surface. L'augmentation de la densité des cellules dendritiques peut être considérée comme un indicateur de la réaction immunitaire ou inflammatoire intracornéenne. L'augmentation de la densité en cellules dendritiques a été retrouvée dans le cadre de kératoconjonctivite allergique, kératite infectieuse, port de lentilles de contact, post-LASIK, liée à l'utilisation de collyres hypotonisants, orbitopathie dysthyroïdienne et autres maladies systémiques [19]. Dans le cadre de la sécheresse oculaire, Kheirkhah *et al.* ont démontré que les sécheresses oculaires

Revues générales

POINTS **FORTS**

- La télémédecine se décline sous plusieurs modes : dépistage, suivi, consultation préopératoire, avis spécialisé.
- Les patients adhèrent facilement à ce type de prise en charge.
- Les nouvelles techniques d'imagerie permettent une analyse de plus en plus fine de la surface oculaire.
- Le contact humain et l'examen "au lit du malade" restent toujours d'actualité, pouvant s'associer à une téléconsultation au préalable.

par déficit aqueux présentaient une plus grande densité en cellules dendritiques par rapport aux sécheresses évaporatives. Dans leur étude, les sécheresses liées à des pathologies inflammatoires systémiques présentaient également une plus grande densité de cellules dendritiques par rapport aux sécheresses non inflammatoires [20]. Au-delà de l'aspect immunitaire, la microscopie confocale permet aussi une étude des nerfs cornéens. L'analyse du nombre, de la tortuosité, de la réflectivité et de l'épaisseur des nerfs cornéens reflète l'homéostasie cornéenne.

Les pathogènes sont également identifiables par microscopie confocale. Chidambaram *et al.* ont retrouvé des résultats comparables aux identifications par cultures et PCR concernant les kératites bactériennes, fongiques et amibiennes [21]. Pour les kératites amibiennes, les kystes et les trophozoïtes peuvent être visualisés. Les performances diagnostiques de la microscopie confocale *in vivo* dans le diagnostic des kératites amibiennes varient de 69,7-100 % pour la sensibilité et 84-100 % pour la spécificité [22]. Il s'agit donc d'un biomarqueur pouvant permettre une identification rapide et donc une prise en charge adaptée dans les plus brefs délais. Les kératites fongiques peuvent également être identifiées par cette technique, notamment pour les pathogènes *Aspergillus sp.* et *Fusarium sp.* La microscopie confocale ne fournit pas seulement une aide au diagnostic initial, elle peut également documenter et monitorer la réponse thérapeutique [23]. Outre les agents infectieux cornéens, la microscopie confocale peut mettre en évidence le Demodex (*Demodex folliculorum* et *brevis*) dans les cils, étayant ainsi le diagnostic de la blépharite à Demodex. Dans leur étude, Wang *et al.* ont retrouvé une sensibilité de 100 % et une spécificité de 98 % pour la détection du Demodex lorsque le praticien était expérimenté [24].

7. Épaisseur cornéenne et épithéliale

L'analyse par OCT de segment antérieur est utilisée dans le diagnostic et la prise en charge des ectasies cornéennes, mais également pour l'analyse du syndrome sec et les insuffisances limbiques. L'analyse du *mapping* épithélial est un élément discriminant les formes frustes de kératocônes, l'épithélium étant le plus fin en regard des zones de bombement cornéen avec une sensibilité de 88,9 % pour un seuil de 52 µm [25]. Concernant l'insuffisance limbique, l'analyse du *mapping* épithélial est corrélée à la visualisation des palissades de Vogt [26].

Qu'en est-il de l'intelligence artificielle ?

Tout comme la télémédecine, l'intelligence artificielle (IA) est en plein essor mais elle sert également le développement de la médecine à distance. Bien que l'IA ne puisse pas remplacer la relation humaine médecin-patient, elle favorise l'accès aux soins, la performance diagnostique et permet d'avancer des éléments pronostiques [27]. Des logiciels d'IA sont déjà certifiés en ophtalmologie, comme par exemple dans le dépistage de la rétinopathie diabétique. Le segment antérieur et la surface oculaire offrent des perspectives intéressantes pour développer des applications d'intelligence artificielle en télé-ophtalmologie, notamment par l'imagerie de plus en plus développée en matière de segment antérieur.

1. Kératites infectieuses

Les abcès de cornée nécessitent, dans les formes graves, une prise en charge en urgence. Ils peuvent grever le pronostic visuel voire anatomique des patients atteints. Leur identification est donc un enjeu diagnostique important. Plusieurs algorithmes ont été développés pour identifier les abcès et leurs diagnostics différentiels (taie cornéenne, dystrophie, lésion néoplasique). Outre le diagnostic, l'identification de l'agent permet d'adapter le traitement. Dans une étude récente, un logiciel de *deep learning* était étudié pour identifier les abcès fungiques. Les performances diagnostiques ont été comparées à celles d'ophtalmologistes spécialisés en cornée et ceux non spécialisés dans ce domaine. Si le logiciel avait de moins bonnes performances diagnostiques chez les spécialistes de la cornée, il obtenait de meilleurs scores que les non-spécialistes [28].

2. Kératocône

Le dépistage précoce du kératocône dans les formes débutantes est un enjeu diagnostique particulièrement important lors des consultations préopératoires de chirurgie réfractive. Dans ce domaine, plusieurs logiciels se développent pour épauler les praticiens dans leurs consultations. Lopes *et al.* ont récemment développé un logiciel avec le Pentacam dont la sensibilité et la spécificité sont supérieures au score Belin/Ambrósio [29].

Saad et Gatinel ont décrit un modèle utilisant l'Orbscan [30]. Parallèlement au diagnostic des formes précoces, l'IA pourrait guider la mise en place des anneaux intracornéens. Par cette méthode, les études mettent en évidence une meilleure récupération visuelle pour les patients ayant bénéficié de la mise en place guidée par IA.

3. Chirurgie réfractive

Mis à part la détection des formes frustes de kératocônes (cf. supra), l'IA pourrait aider les praticiens dans le choix de la technique chirurgicale, pour la prédiction de la réfraction postopératoire. Yoo *et al.* ont développé un modèle permettant d'optimiser le choix de la technique chirurgicale (LASIK, SMILE, etc.) [31]. Cui *et al.* ont développé un logiciel permettant d'améliorer le plan de traitement lors des SMILE en fonction des besoins des patients [32]. Kamiya *et al.* ont développé un algorithme pour prévoir le vault postopératoire pour les patients bénéficiant d'un implant phaque intra-oculaire, en analysant les données obtenues par OCT [33].

Développement de la télémédecine en période de pandémie COVID et avenir

Il est difficile de parler de télémédecine sans évoquer l'actuelle pandémie de COVID-19 et les récents confinements. Si la télémédecine se développait déjà avant 2019, la pandémie a été un catalyseur. En France, 60 % des cliniques ophtalmologiques sont restées en activité (lors des premiers temps de la pandémie) tout en réduisant significativement leur activité [10]. Au cours des différents confinements, les pratiques médicales ont donc dû s'adapter pour conserver la qualité des soins avec les obligations de distanciation sociale. La télémédecine et plus particulièrement la téléconsultation se sont imposées comme une alternative de qualité pour suivre les patients et le *screening* des urgences. En fonction des régions, la téléconsultation a connu une croissance de 257 à 700 % [34].

Comme dit plus haut, des filières de télémédecine existaient déjà en ophtalmologie, essentiellement pour le dépistage de pathologies rétiniennes. Le confinement a permis une accélération de la généralisation des techniques de télémédecine. En Inde, pendant le confinement, 72,5 % des ophtalmologistes libéraux ont arrêté leur activité médicale et ne voyaient donc aucun patient. Parmi les médecins ayant poursuivi leurs activités, 82 % ne recevaient que les urgences. Parmi ces médecins, 77,5 % ont commencé à réaliser des consultations par téléphone, visioconférence, email [35].

Bourdon *et al.* ont réalisé un retour d'expérience des patients ayant bénéficié d'une téléconsultation d'urgence par smartphone à Paris pendant le confinement. Les résultats sont encourageants : 73 % des patients ont pu être traités uniquement en téléconsultation, 80 % des patients recommenceraient une consultation à distance en dehors de la pandémie [36].

Comme il est mentionné dans cet article, les modalités d'imagerie en matière de surface oculaire sont en plein développement mais son appréciation clinique à distance demeure plus délicate. Labetoulle *et al.* ont proposé plusieurs algorithmes applicables en téléconsultation pour déterminer le degré d'urgence des patients à distance, notamment s'ils présentent des symptômes respiratoires (***tableau I et fig. 2***). Enfin, la téléconsultation peut être une solution totalement adaptée pour évaluer la tolérance et la compliance du traitement. Par ce biais, elle peut renforcer l'adhésion des patients au traitement.

Délai de rendez-vous	Urgent (< 10 jours)	Rapide (< 1 mois)	Sans urgence
Baisse d'acuité visuelle	Vision de loin + près	De près Fluctuante	Non
Douleur	Oculaire et orbitaire	Oculaire	Non
Photophobie	+++	Photophobie sans blépharospasme	Non
Rougeur	Cercle périkératique	Hyperhémie conjonctivale diffuse ou supérieure	Non

Tableau I : Évaluation du délai de consultation présentielle lors d'une téléconsultation.

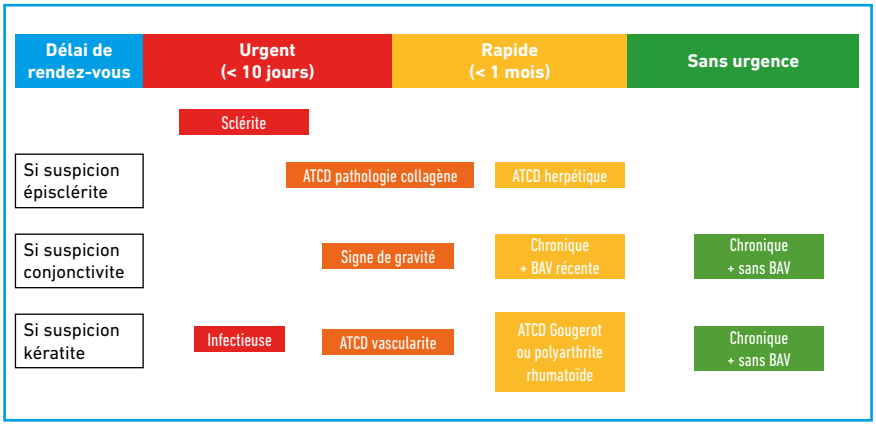

Fig. 2 : Diagnostics à évoquer. BAV : baisse d'acuité visuelle.

Revues générales

Conclusion

L'analyse de la surface oculaire et même la chirurgie cornéenne sont d'ores et déjà possibles en distanciel. La télémédecine offre une aide supplémentaire à chaque praticien dans les soins prodigués aux patients que ce soit en termes de dépistage, de suivi ou de consultation préopératoire. Si l'analyse à distance de la surface oculaire est possible par l'évolution technologique, plusieurs facteurs en limitent sa diffusion bien que les patients adhèrent à cette nouvelle pratique.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ng SJ, Ong HS, Tong L. A practical framework for telemedicine in dry eye disease. *Ocul Surf*, 2022;23:143-145.
2. Camara JG, Zabala RR, Henson RD *et al.* Teleophthalmology: the use of real-time telementoring to remove an orbital tumor. *Ophthalmology*, 2000;107: 1468-1471.
3. John S, Sengupta S, Reddy SJ *et al.* The Sankara Nethralaya mobile teleophthalmology model for comprehensive eye care delivery in rural India. *Telemed J E Health*, 2012;18:382-387.
4. Amparo F, Dana R. Web-based longitudinal remote assessment of dry eye symptoms. *Ocul Surf*, 2018;16:249-253.
5. Wu Y, Wei Z, Yao H *et al.* TeleOph: a secure real-time teleophthalmology system. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 2010;14:1259-1266.
6. Johnson KA, Meyer J, Yazar S *et al.* Real-time teleophthalmology in rural Western Australia. *Aust J Rural Health*, 2015;23:142-149.
7. López MM, López MM, de la Torre Díez I *et al.* mHealth App for iOS to Help in Diagnostic Decision in Ophthalmology to Primary Care Physicians. *J Med Syst*, 2017;41:81.
8. Hu WF, Lorch AC. Teleophthalmology For Anterior Segment Disease. *Int Ophthalmol Clin*, 2019;59:55-67.
9. Schallhorn SC, Hannan SJ, Teenan D *et al.* Informed consent in refractive surgery. *Clin Ophthalmol*, 2018;12: 2459-2470.
10. Labetoulle M, Sahyoun M, Rousseau A *et al.* Ocular surface assessment in times of sanitary crisis *Eur J Ophthalmol*, 2021;31:807-816.
11. Parimbelli E, Bottalico B, Losiouk E *et al.* Trusting telemedicine: A discussion on risks, safety, legal implications and liability of involved stakeholders. *Int J Med Inform*, 2018;112:90-98.
12. Woodward MA, Musch DC, Hood CT *et al.* Teleophthalmic Approach for Detection of Corneal Diseases: Accuracy and Reliability. *Cornea*, 2017;36:1159-1165.
13. Woodward MA, Bavinger JC, Amin S *et al.* Telemedicine for ophthalmic consultation services: use of a portable device and layering information for graders. *J Telemed Telecare*, 2017;23:365-370.
14. Maamari RN, Ausayakhun S, Margolis TP *et al.* Novel telemedicine device for diagnosis of corneal abrasions and ulcers in resource-poor settings. *JAMA Ophthalmol*, 2014;132:894-895.
15. Cho P, Brown B, Chan I *et al.* Reliability of the tear break-up time technique of assessing tear stability and the locations of the tear break-up in Hong Kong Chinese. *Optom Vis Sci*, 1992;69: 879-885.
16. Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R *et al.* TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. *Ocul Surf*, 2017;15:539-574.
17. Wang MTM, Xue AL, Craig JP. Screening utility of a rapid non-invasive dry eye assessment algorithm. *Cont Lens Anterior Eye*, 2019;42:497-501.
18. Qiu X, Gong L, Lu Y, Jin H *et al.* The diagnostic significance of Fourier-domain optical coherence tomography in Sjögren syndrome, aqueous tear deficiency and lipid tear deficiency patients. *Acta Ophthalmol*, 2012;90:e359-366.
19. Binotti WW, Bayraktutar B, Ozmen MC *et al.* A Review of Imaging Biomarkers of the Ocular Surface. *Eye Contact Lens*, 2020;46 Suppl 2:S84-S105.
20. Kheirkhah A, Rahimi Darabad R, Cruzat A *et al.* Corneal Epithelial Immune Dendritic Cell Alterations in Subtypes of Dry Eye Disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56:7179-7185.
21. Chidambaram JD, Prajna NV, Palepu S *et al.* *In vivo* Confocal Microscopy Cellular Features of Host and Organism in Bacterial, Fungal, and A canthamoeba Keratitis. *Am J Ophthalmol*, 2018;190:24-33.
22. Goh JWY, Harrison R, Hau S *et al.* Comparison of In vivo Confocal Microscopy, PCR and Culture of Corneal Scrapes in the Diagnosis of Acanthamoeba Keratitis. *Cornea*, 2018; 37:480-485.
23. Chidambaram JD, Prajna NV, Larke N *et al.* In vivo confocal microscopy appearance of Fusarium and Aspergillus species in fungal keratitis. *Br J Ophthalmol*, 2017;101:1119-1123.
24. Wang YJ, Ke M, Chen XM. Prospective Study of the Diagnostic Accuracy of the In vivo Laser Scanning Confocal Microscopy for Ocular Demodicosis. *Am J Ophthalmol*, 2019;203:46-52.
25. Temstet C, Sandali O, Bouheraoua N *et al.* Corneal epithelial thickness *mapping* using Fourier-domain optical coherence tomography for detection of form fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:812-820.
26. Banayan N, Georgeon C, Grieve K *et al.* Spectral-domain Optical Coherence Tomography in Limbal Stem Cell Deficiency. *Am J Ophthalmol*, 2018;190:179-190.
27. Ahuja AS, Halperin LS. Understanding the advent of artificial intelligence in ophthalmology. *J Curr Ophthalmol*, 2019;31:115-117.
28. Kuo MT, Hsu BWY, Yin YK *et al.* A *deep learning* approach in diagnosing fungal keratitis based on corneal photographs. *Sci Rep*, 2020;10:14424.
29. Lopes BT, Ramos IC, Salomão MQ *et al.* Enhanced Tomographic Assessment to Detect Corneal Ectasia Based on Artificial Intelligence. *Am J Ophthalmol*, 2018;195:223-232.
30. Saad A, Gatinel D. Topographic and tomographic properties of forme fruste keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:5546-5555.
31. Yoo TK, Ryu IH, Choi H *et al.* Explainable Machine Learning Approach as a Tool to Understand Factors Used to Select the Refractive Surgery Technique on the Expert Level. *Transl Vis Sci Technol*, 2020;9:8.
32. Cui T, Wang Y, Ji S *et al.* Applying Machine Learning Techniques in Nomogram Prediction and Analysis for SMILE Treatment. *Am J Ophthalmol*, 2020;210:71-77.
33. Kamiya K, Ryu IH, Yoo TK *et al.* Prediction of Phakic Intraocular Lens Vault Using Machine Learning of Anterior Segment Optical Coherence Tomography Metrics. *Am J Ophthalmol*, 2021;226:90-99.
34. Saleem SM, Pasquale LR, Sidoti PA *et al.* Virtual Ophthalmology: Telemedicine in a COVID-19 Era. *Am J Ophthalmol*, 2020;216:237-242.
35. Nair AG, Gandhi RA, Natarajan S. Effect of COVID-19 related lockdown on ophthalmic practice and patient care in India: Results of a survey. *Indian J Ophthalmol*, 2020;68:725-730.
36. Bourdon H, Jaillant R, Ballino A *et al.* Teleconsultation in primary ophthalmic emergencies during the COVID-19 lockdown in Paris: Patients' point of view. *J Fr Ophtalmol*, 2021;44:e127-e129.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.