



HAL
open science

AdviceMedica, une collaboration intelligente au service des patients

P. Demoly, M. Demoly, J.L. Bourrain

► **To cite this version:**

P. Demoly, M. Demoly, J.L. Bourrain. AdviceMedica, une collaboration intelligente au service des patients. *Revue française d'allergologie*, 2020, 60, pp.24 - 27. 10.1016/j.reval.2019.12.001 . hal-03489623

HAL Id: hal-03489623

<https://hal.science/hal-03489623>

Submitted on 22 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

ADVICEMEDICA, UNE COLLABORATION INTELLIGENTE AU SERVICE DES PATIENTS

ADVICEMEDICA, A COLLABORATIVE INTELLIGENCE AT THE SERVICE OF PATIENTS

Pascal Demoly¹⁻³, Maxime Demoly³, Jean Luc Bourrain^{1,3}

¹ CHU – Université de Montpellier

² INSERM UMR-S 1136

³ <http://www.advicemedica.com>

Auteur correspondant :

Pr Pascal DEMOLY

Département de Pneumologie et Addictologie - Hôpital Arnaud de Villeneuve

CHU de Montpellier, 34295 Montpellier cedex 05

Tel: 04 67 33 61 17, Fax 04 67 99 64 29

Mail: pascal.demoly@inserm.fr

Déclaration de liens d'intérêt

Pascal Demoly a reçu des honoraires de conseil ou des conférences des laboratoires ALK, Stallergenes Greer, Allergy Therapeutics, Sanofi, Bausch & Lomb, AstraZeneca, Regeneron, ASIT Biotech, Puresentiel et ThermoFisher Scientific.

Les auteurs remercient chaleureusement la Société Française d'Allergologie pour l'obtention d'une bourse de recherche 2018, le réseau AllerGOS pour le soutien initial et les médecins y participant.

ADVICEMEDICA, UNE COLLABORATION INTELLIGENTE AU SERVICE DES PATIENTS

ADVICEMEDICA: COLLABORATIVE INTELLIGENCE AT THE SERVICE OF PATIENTS

RESUME

En janvier 2018 nous lançons la plateforme d'entraide AdviceMedica. Le succès immédiat dans le domaine de l'allergologie nous fait envisager non seulement sa diffusion à d'autres spécialités mais aussi une réflexion sur la notion d'intelligence collective, ses fondements, sa puissance, son utilité en médecine en général et son apport en allergologie en particulier. AdviceMedica est-elle une réponse à la complexité et aux incertitudes médicales ? Basées sur la générosité et le besoin de partager des médecins, AdviceMedica participera-t-elle à la lutte contre les retards et errances diagnostiques, les stratégies thérapeutiques sous-optimales et donc contre l'augmentation des coûts et des erreurs médicales ? AdviceMedica renforcé par des analyses automatiques à la pointe de l'intelligence artificielle aidera-t-elle à l'émergence d'une réelle médecine de précision ?

Mots clés : allergologie, erreur médicale, expertise, intelligence collective, plateforme collaborative, réunions de concertation pluridisciplinaire

ABSTRACT

In January 2018, we launched the AdviceMedica collaborative platform. Its immediate success in the field of allergology has led us to consider not only extending it to other specialties but also to reflect on the concept of collective intelligence, its foundations, its power, its usefulness in medicine and in general, and its contribution to allergology in particular. Is AdviceMedica an answer to complexity and medical uncertainties? Based on the generosity of physicians and their desire to share information, will AdviceMedica help fight diagnostic delays and meandering, as well as poor treatment strategies with their attendant increase in costs and medical errors? Will AdviceMedica, reinforced by automated analyzers at the forefront of artificial intelligence, contribute to the emergence of authentic precision medicine?

Keywords: allergology, medical error, collective intelligence, collaborative platform, multidisciplinary consultation meetings

ADVICEMEDICA, UNE AVENTURE COLLABORATIVE

Concept de plateforme intelligente de gestion des cas complexes

L'analyse collaborative de cas difficiles est une pratique courante de nos jours (notamment dans les services hospitaliers), elle est même obligatoire et pluridisciplinaire pour certaines maladies (cancers) ou fortement recommandées pour d'autres (notamment celles prises en charge par des interventions coûteuses). Elle met en avant la notion d'expertise et de centres / personnes de références, concept que nous avons récemment développés dans un article de la Revue (1). La présence physique à ces réunions de concertation pluridisciplinaire (RCP) est un frein énorme à leur extension, étant réservées aux grosses structures, notamment hospitalières. Les médecins libéraux y sont les bienvenus mais leur participation est rare. Devant un cas complexe, ils favorisent l'envoi du patient lui-même vers ce centre de référence. On voit ainsi les limites de ce système : le médecin n'envoyant que les cas qui lui échappent, il n'enverra pas les cas intermédiaires, il ne se déplacera pas aux RCP faute de temps ; par ailleurs, les délais d'accès et les distances pour les patients peuvent être extrêmement limitants ; enfin, le praticien peut être en difficulté pour des cas non complexes (début de carrière, maladies peu fréquentes ou extrêmement hétérogènes) ou encore être isolé (territoires d'outre-mer, médecins avec vacations hospitalières ne pouvant pas s'appuyer sur des services avec plusieurs confrères experts).

Certains médecins ont pris l'habitude de contacter directement (par téléphone ou email les référents qu'ils connaissent) ; ce contact n'est cependant pas évident, ni naturel ou même instantané. En résolvant ainsi uniquement leurs propres cas complexes, ils ne bénéficient pas de l'expertise de la communauté et ne font pas bénéficier la communauté de leur propre expertise. Enfin, il est encore trop tôt pour dire si la télé-expertise est une solution universelle mais nous en doutons puisqu'elle restera individuelle et chronophage. L'existence de RCP délocalisées nous semble plus appropriée. C'est dans ce cadre précis que s'inscrit la plateforme collaborative AdviceMedica, utilisable par le médecin à son cabinet, quand il est disponible ; elle fait maintenant partie du quotidien de nombreux allergologues francophones.

Mise en place d'AdviceMedica

Lancée en janvier 2018, AdviceMedica fournit une solution de communication asynchrone en réseaux et permet à des médecins d'échanger sur les cas complexes qu'ils rencontrent. C'est une application d'échange par mail et de résolution collaborative de cas cliniques difficiles, assistée par intelligence artificielle (1). Tous les matins les médecins connectés reçoivent un email des nouveaux cas de la veille et des réponses données depuis la veille aux cas plus anciens. Contrairement à un forum, point n'est besoin de se connecter sur un site particulier, la plateforme AdviceMedica s'invite au cabinet du médecin tous les jours de la semaine à la même heure, le matin. Les médecins sont regroupés par réseaux de spécialités ou sur-spécialités. Les cas résolus sont stockés et analysables par un outil intelligent qui fait le tri et propose la lecture de cas similaires à chaque nouvelle question.

AdviceMedica fait intervenir la notion d'expertise. Un expert pour AdviceMedica c'est un confrère qui a déjà été confronté à un cas similaire et apporte des éléments cruciaux de réponse.

Analyse collaborative des cas complexes

L'application compte actuellement 14 réseaux, plus de 1100 utilisateurs, 81% en métropole, 19% hors métropole (DOM, Afrique francophone, Suisse, Belgique, reste de l'Europe), dont 900 allergologues, 100 biologistes, 60 pédiatres et 60 pneumologues. Sur 100 échanges, on a en moyenne 45 demandes d'aide ou de confirmation de diagnostic, 18 demandes de retours d'expériences ou de cas similaires (dispositif médical, traitement anticancéreux, vaccins...) et 37 demandes d'avis pour un protocole (biothérapies, désensibilisations...). Les collègues qui répondent parlent de leurs cas mais aussi de leurs lectures, ils structurent leurs réponses. Les réponses sont toujours bienveillantes.

Les réactions de nos utilisateurs soulignent la qualité des réponses, basées sur l'expérience pratique et/ou la connaissance de la littérature médicale, et l'intérêt pour leur formation continue (Tableau 1).

Tableau 1 : Ce que pensent les utilisateurs d'AdviceMedica

Cet outil permet une gestion fluide et claire des questions / réponses. J'ai déjà posé des questions grâce à cet outil et je lis régulièrement les cas proposés.

Je la décrirais comme une plateforme participative. Une façon de s'affranchir de la distance et de profiter du savoir communautaire. On envoie un mail avec le cas clinique ou la question posée et on obtient des retours des collègues. Ça répond à un besoin de travail en équipe, au partage des expériences dans une spécialité où parfois la littérature ne suffit pas. J'aime la facilité d'usage. J'aime l'envoi unique quotidien.

Mon usage est quotidien : lecture des cas cliniques, apprentissage personnel, comparaison avec ma pratique et amélioration de mes prises en charge ; si doute sur l'orientation d'une prise en charge je soumetts mon cas à la communauté d'allergologues qui me soutient ou me réoriente dans mes décisions. Ce qui est super avec le réseau : réponses rapides dans les 24h, en cas de réponses erronées une correction est faite par certains plus expérimentés. Ce réseau permet à ceux qui, comme moi, sont jeunes assistants et qui n'ont pas de chefs pour les aiguiller de pratiquer l'allergologie en sécurité et tout en continuant à apprendre donc je suis extrêmement contente que ce réseau existe.

AdviceMedica est un service très utile très fluide et très adapté à la pratique libérale. Il permet d'avoir en quelques jours des avis éclairés sur des dossiers difficiles. La rapidité des réponses est un plus car nos patients sont en attente de nos recommandations.

Je trouve que AdviceMedica est un outil d'échange extraordinaire, où tous les spécialistes peuvent s'exprimer sans discrimination et discuter de cas cliniques qui posent problème. Avec cet outil la première réponse à une question est ce qui permet au spécialiste concerné de rapidement avancer. D'ailleurs on apprend également avec d'autres cas cliniques des autres confrères. Donc en résumé : outil précieux d'échange, de lien entre confrères et aussi d'apprentissage à tous les niveaux.

AdviceMedica s'est immédiatement imposé comme un outil pratique d'entraide. Cela soulève un certain nombre d'autres questions. Faut-il que les réseaux soient spontanés ou organisés voire administrés ? Comment construire un nouveau réseau ? Quelle est la raison de ce succès : la construction d'un cercle de confiance et de sécurité permettant de rassurer dans les prises de décision et de nous éloigner du danger de l'erreur médicale ; la promesse à courts termes d'une réponse par recherche automatique de similarités ; l'information et la formation pratique que l'outil délivre tous les jours ? Les réseaux d'AdviceMedica sont encore de petite taille et collaboratifs ; il s'agit donc pour l'instant davantage d'une forme d'intelligence collaborative (partage d'expériences, de compétences) que d'intelligence collective.

VERS UNE INTELLIGENCE COLLECTIVE EN MEDECINE

Qu'est-ce que l'intelligence collective ?

Si l'on définit l'intelligence comme la capacité à traiter l'information pour atteindre des objectifs, s'adapter, résoudre des problèmes, on comprend alors (i) qu'elle n'est pas réservée à l'homme (il y a des animaux intelligents, des machines intelligentes), (ii) qu'elle est d'abord individuelle (une faculté qui définit un individu) mais aussi (iii) qu'elle peut caractériser plusieurs individus au sein d'une même communauté et être collaborative (par addition d'individus identifiés) ou collective (par synergie d'individus anonymes). L'intelligence collective humaine permet la coopération créative d'intelligences individuelles pour faire avancer la communauté vers un but commun, elle permet grâce aux interactions des intelligences, une synergie et non plus une addition (2). Essayons d'en expliquer les subtilités.

Le terme « intelligence collective » a été théorisé pour la première fois en 1994 par le philosophe français Pierre Levy, spécialiste des réseaux numériques (3), sans distinction entre le collectif et le collaboratif. Le terme « intelligence collaborative » créé ultérieurement (1999) fait la distinction entre le caractère non anonyme des systèmes collaboratifs de résolution de problèmes prédéfinis et anonyme des individus de la collectivité. Il inclut la notion de *crowdsourcing* ou production participative. Les membres d'une intelligence collective peuvent se connaître pour partie, mais pas précisément ni complètement. Ils ne perçoivent pas forcément leurs multiples environnements, n'ont pas conscience de la totalité des éléments pertinents les reliant par rapport aux buts, ils n'ont pas forcément une connaissance précise des objectifs de la communauté. Chaque individu trouve un bénéfice à collaborer et sa propre performance au sein du groupe est meilleure que s'il était isolé (2). On cite à cet égard souvent l'expérience de Sir Francis Galton en 1906 sur l'estimation correcte du poids d'un bœuf abattu et débité dans une foire anglaise (4) : la médiane de 787 estimations était à une livre près le poids réel du bœuf, soit une précision de 10^{-3} .

Au-delà de ces statistiques amusantes, l'intelligence collective permet la réalisation de tâches complexes, coordonnées avec une mobilisation effective des compétences par synergie ou stignergie (2).

L'intelligence collective se rapproche de l'intelligence des foules, remise au goût du jour par James Surowiecki dans son livre *La sagesse des foules* en 2004 (5), si elle dépasse la notion de moyenne (ou de médiane) des estimations. La diversité et l'indépendance des individus et de leurs avis et la transparence des conclusions données sont pour l'auteur les clés du succès. Ces avis doivent être agrégés (décentralisés) et prendre en compte cette diversité (écart-types). Par essence non-décisionnelle, l'intelligence collective peut cependant aider aux prises de décisions, si des règles mathématiques sont éditées (avec selon les cas, transformation / pondération des données / réponses individuelles et vote à la majorité / au quota / au quota pondéré par exemple) et les singularités mises en avant (dispersion, écart-type). La confiance doit régner dans le réseau, l'information doit circuler librement et là aussi de manière transparente, comme le souligne à nouveau Henry Oinas-Kukkonen en 2008 (6).

Les limites de l'intelligence collective sont dès lors évidentes : le groupe est trop homogène, pas assez diversifié, les individus sont trop sensibles à l'opinion des autres et soit ne répondent pas, n'osent pas, soit commencent à se limiter ou à se conformer à l'avis général ou l'avis d'un élément charismatique du groupe plutôt que de penser différemment par eux-mêmes (Tableau 2). Le partage

des expériences et des pratiques doit faire émerger une conscience commune et pas une communauté de suiveurs.

Tableau 2 : Succès et limites d'une intelligence collective (5, 6).

Les trois conditions pour qu'un groupe soit intelligent sont la diversité, l'indépendance et la décentralisation.

Les individus adhèrent à des grands buts communs, ils ont confiance entre eux, ils sont autonomes et responsables de leurs actions.

Les groupes sont souvent plus intelligents que leurs membres les plus intelligents.

L'agrégation (et non simplement la moyenne) des informations est nécessaire.

Si une décision doit être prise, elle sera basée sur le vote ou sur le consensus ou le consentement.

Les meilleures décisions sont le produit de désaccords et de contestations.

La bonne information doit être transmise de la bonne manière (réseaux, interfaces de communication), aux bonnes personnes, au bon moment. Elle doit être transparente, accessible en temps réel à l'ensemble du groupe.

Quels apports possibles de l'intelligence artificielle à l'intelligence collective ?

Définie en 1956 par John McCarthy comme « la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes » (7), l'intelligence artificielle (IA) est un ensemble de technologies basées sur des algorithmes mathématiques dont l'analyse profonde ou *data mining*, l'apprentissage automatique par renforcement ou *machine learning*, l'analyse du langage naturel ou *natural language processing*, les réseaux neuronaux ou *neuronal networks*. Par certains aspects, l'IA a les apparences de l'intelligence humaine rationnelle. C'est clairement la mise à notre disposition des outils du web et maintenant ceux de l'IA qui ont fait émerger la notion d'intelligence collective humaine renforcée par IA. Les exemples des wikis et de Google sont emblématiques. Les données devenant massives, nous avons besoin d'outils d'analyse et de fouille automatique. Aucun cerveau humain n'est capable de synthétiser toute la connaissance, même dans un domaine restreint. Il faut clairement voir ces outils mathématiques comme de l'aide nous permettant de gagner du temps pour élaborer des tâches plus nobles, et notamment en médecine passer plus de temps avec nos patients à expliquer, éduquer, prévenir, comprendre et partager (empathie).

Quels apports de l'intelligence collective aux grands problèmes de santé ?

L'intelligence collective peut être mondiale, comme dans le cas par exemple des communautés de protection de l'environnement et de lutte contre le réchauffement climatique ou encore des communautés internet. Elle peut se limiter à une organisation, une entreprise par l'intermédiaire des intranets et extranets. L'intelligence collective peut embrasser tous les domaines, notamment l'environnement, l'économie et la politique. En recherche, elle commence à séduire la communauté (8) mais doit auparavant surmonter un certain nombre de barrières (9). Un très bel exemple est le Climate Colab (<https://www.climatecolab.org/>) du MIT Center for Collective Intelligence, dans lequel plus de 100000 personnes collaborent sur plus de 2000 projets de recherche depuis presque 10 ans. Dans une revue récente de la littérature, Nguyen et al. (8) répertorie les 145 publications qui ont utilisé l'intelligence collective dans sa forme *crowdsourcing*, dans le but de générer des idées, mener

des évaluations et résoudre des problèmes. La participation des individus dans ces publications pouvait être indépendante (pas de connaissance des autres participants), collaborative ou compétitive. Les méthodes de prise de décision étaient également hétérogènes, incluant ou pas la validation finale par un panel indépendant d'experts ou l'avis des utilisateurs. Il s'agit à chaque fois de mobiliser les individus et de les maintenir dans la communauté : recrutement, participation, interaction, incitation sont des points clés. Cette technique a par exemple été utilisée avec succès en allergologie de façon à valider la classification des maladies allergiques et d'hypersensibilité dans la version 11 de la Classification Internationale des Maladies (10).

En médecine clinique, les exemples sont peu nombreux. Est-ce lié à la pratique principalement individuelle (alors que les projets de recherche sont très souvent en collaboration), le caractère hautement médico-légal (secret médical, faute médicale), la surcharge (déserts médicaux, population vieillissante) des cliniciens ? Les forums d'échanges entre médecins, par exemple, ne semblent pas remporter le succès initialement espéré. En effet, il s'agit pour les médecins de se connecter à un moment libre de leurs journées de travail chargées, y penser régulièrement de façon à ne pas perdre le fil d'une discussion, donc un système complexe, lassant, et peu gratifiant. Le projet Human Dx (<https://www.humandx.org/>), projet international lancé en 2014 (11), principalement pour le monde anglo-saxon jusqu'à présent, a pour but initial d'étudier la manière de raisonner des médecins dans leurs approches diagnostiques. Ils reçoivent tous les jours un cas simplifié à commenter et doivent proposer des diagnostics différentiels (sur une liste de mots appelés par un moteur de recherche) en fonction des éléments du cas révélés progressivement. Ils peuvent également justifier leur choix dans une partie de texte libre. Ils sont classés le lendemain en fonction de leur performance par rapport au diagnostic final (validé par au moins 5 membres du groupe) et celles des autres membres qui ont répondu. Ils peuvent aussi envoyer des cas cliniques dont ils ont la solution, les mettre en forme au format de l'application, et ces cas sont ensuite proposés aux médecins de la communauté. L'application analyse les choix des médecins dans ce procédé avec quelques outils mathématiques. Plus de 20000 médecins et étudiants sont impliqués et plus de 300000 cas résolus sont stockés. Cette plateforme a récemment pu confirmer qu'un groupe (de 2 à 9 docteurs) est plus performant que ses membres les plus intelligents dans la prise en charge de douleurs abdominales ou de fièvres (12), ce qui avait déjà été démontré dans une énorme étude impliquant plus de 140 médecins et 20000 cas mesurant la précision diagnostique de la lecture de mammographies et de photos de lésions cutanées (13) et dans une autre série de 182 mammographies analysées par 101 radiologues (réunis en groupes de 1 à 15), montrant au passage que l'amélioration de la précision diagnostique augmente avec le nombre de radiologues mais pas au-delà de 9 (14). L'objectif noble des promoteurs de Human Dx est de réduire l'erreur médicale en entraînant la communauté de médecins sur des cas réels passés ou plus récemment en instantané avec un projet en cours de validation diagnostique prospective de cas vus en médecine générale et d'urgence à San Francisco et revus sous 48 heures par un groupe de 5 médecins minimum (15). Ils confirment l'assertion de Jeremy Howard, un *data scientist* actif sur les réseaux sociaux et président d'Enlitic, une entreprise californienne spécialisée en *data mining* et radiologie, que nous, médecins, avons davantage besoin d'exemples, de cas cliniques que de données.

La plateforme AdviceMedica remplit le cahier des charges d'une communauté intelligente et bienveillante, elle en réunit tous les ingrédients (Tableau 2) et par sa structuration et le nombre important de participants neutralise les limites des solutions précédentes. AdviceMedica s'invite tous

les matins sur le email du médecin, qui n'a pas besoin de se connecter sur une plateforme ni se souvenir de répondre à tel ou tel cas. La distance géographique entre les médecins n'a aucune implication. AdviceMedica est peu sensible à l'effet de groupe ou l'ingérence d'un gourou. AdviceMedica laisse la décision finale au médecin qui a posé la question initiale. La multitude des avis permet d'améliorer la qualité des prises en charge, de proposer des stratégies adaptées, de fluidifier le parcours patient, d'accélérer les prises de décision. AdviceMedica est peu soumise à la lassitude car elle fournit des récompenses, sous forme de résolution de ses cas personnels complexes, de formation continue, et de réputation pour les collègues très altruistes qui tous les jours structurent et documentent leurs réponses. AdviceMedica permet des stratégies sécurisées par le groupe et parfois moins conservatives que ce que le médecin demandeur avait prévu initialement. Une publication récente parmi des médecins généralistes en Espagne montre que leurs décisions sont extrêmement influencées par les conséquences médico-légales que ces dernières peuvent engendrées (16). Dans ce pays, presque 20% des médecins ont déjà été poursuivis pour mauvaise pratique, source non seulement d'une perte de temps et d'argent mais surtout de réputation et de confiance et poussant aux prescriptions exagérées d'explorations et limitant les prises en charge potentiellement dangereuses chez les patients à risque, qui pourtant en bénéficieraient. L'intelligence collective en général (17) et AdviceMedica en particulier participeront-elles à la lutte contre les retards et errances diagnostiques, les mauvaises stratégies thérapeutiques et donc l'augmentation des coûts et des erreurs médicales ? Ceci devra bien sûr être prouvé mais les retours des utilisateurs d'AdviceMedica (Tableau 1) le suggèrent déjà fortement.

Références

- [1] Demoly M, Bourrain JL, Demoly P. La complexité médicale appliquée à l'allergologie : causes et solutions. *Rev Fr Allergol* 2019; 59: 336-40.
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence_collective
- [3] Lévy P. *L'Intelligence collective: Pour une anthropologie du cyberspace*. 1994. Paris: La Découverte.
- [4] Galton F. « Vox Populi ». *Nature* 1907 ; 75, : 450-451.
- [5] Surowiecki J. *The wisdom of crowds: why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economics, society and nations*, New York, Doubleday, 2004, 320 p.
- [6] Oinas-Kukkonen H. Network analysis and crowds of people as sources of new organisational knowledge. In: Koohang A et al. (Eds): *Knowledge Management: Theoretical Foundation*. 2008. Informing Science Press, Santa Rosa, CA, US, pp. 173-189.
- [7] https://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence_artificielle
- [8] Nguyen VT, Benchoufi M, Young B, Ghosn L, Ravaud P, Boutron I. A scoping review provided a framework for new ways of doing research through mobilizing collective intelligence. *J Clin Epidemiol*. 2019; 110: 1-11.
- [9] Nguyen VT, Young B, Ravaud P, Naidoo N, Benchoufi M, Boutron I. Overcoming Barriers to Mobilizing Collective Intelligence in Research: Qualitative Study of Researchers With Experience of Collective Intelligence. *J Med Internet Res*. 2019; 21: e13792.
- [10] Tanno LK, Calderon MA, Goldberg BJ, Gayraud J, Bircher AJ, Casale T, Li J, Sanchez-Borges M, Rosenwasser LJ, Pawankar R, Papadopoulos NG, Demoly P. Constructing a classification of hypersensitivity/allergic diseases for icd-11 by crowdsourcing the allergist community. *Allergy* 2015; 70: 609-615.
- [11] Nundy S. The human diagnosis project. *J Am Med Assoc* 2018; 319: 329-331.
- [12] Barnett ML, Boddupalli D, Nundy S, Bates DW. Comparative Accuracy of Diagnosis by Collective Intelligence of Multiple Physicians vs Individual Physicians. *JAMA Netw Open*. 2019; 2: e190096.
- [13] Kurvers RH, Herzog SM, Hertwig R, Krause J, Carney PA, Bogart A, Argenziano G, Zalaudek I, Wolf M. Boosting medical diagnostics by pooling independent judgments. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016; 113: 8777-82.
- [14] Wolf M, Krause J, Carney PA, Bogart A, Kurvers RH. Collective Intelligence Meets Medical Decision-Making: The Collective Outperforms the Best Radiologist. *PLoS One*. 2015; 10: e0134269.
- [15] Fontil V, Khoong EC, Hoskote M, Radcliffe K, Ratanawongsa N, Lyles CR, Sarkar U. Evaluation of a Health Information Technology–Enabled Collective Intelligence Platform to Improve Diagnosis in Primary Care and Urgent Care Settings: Protocol for a Pragmatic Randomized Controlled Trial. *JMIR Res Protoc*. 2019; 8: e13151.
- [16] Garcia-Retamero R, Galesic M. Defensive decision making in medicine. *Health Expectations* 2012; 17: 664-9.
- [17] Radcliffe K, Lyson HC, Barr-Walker J, Sarkar U. Collective intelligence in medical decision- making: a systematic scoping review. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2019; 19: 158.