

Médecine Augmentée

Dr. Giovanni Briganti (giovanni.briganti@hotmail.com)

Introduction : Technologie Médicale et Médecine Augmentée

Le terme “Technologie Médicale” (MedTech) englobe un champ vaste de produits santé utilisant les avancées technologiques pour divers buts : diagnostiquer une pathologie plus tôt, réduire les complications, optimiser les traitements et/ou les rendre moins invasifs, et réduire la durée des hospitalisations.

Ainsi, le terme technologie médicale peut être utilisé pour décrire des dispositifs médicaux (tels que des prothèses de hanche et genou, stents, implants auditifs), des machines médicalisées (comme les supports ventilatoires, dialyse, imagerie), et des produits de consommation (comme les seringues et les pansements).

Ces trois premières catégories, les plus anciennes appartenant au champ de la technologie médicale, sont régulées par des directives européennes.

Médecine augmentée

La médecine augmentée comprend l’amélioration du diagnostic et traitement des maladies grâce à ces quatre outils principaux : l’intelligence artificielle médicalisée, la médecine de précision, les thérapies génomiques et le big data.

Les Medtechs intelligentes

La technologie médicale a connu un bouleversement important suite au développement et l'arrivée sur le marché de produits santé développés sur des devices informatiques de petite taille, tels les smartphones, tablettes et wearables (par exemple, les montres connectées).

Cette nouvelle vague de technologies médicales est basée sur l'intelligence artificielle (IA).

MedTech et Médecine 4P

La technologie médicale augmentée soutient activement le développement d'une médecine en 4P (Prédictive, Préventive, Personnalisée et Participative).

Catégories des nouvelles MedTech

Les technologies médicales intelligentes se développent dans plusieurs domaines différents : la génomique, le 3-D “pringing”, les plateformes santé, le transport médicalisé, la réalité augmentée et virtuelle, les dispositifs de santé digitale, l'intelligence artificielle, la robotique, et la télémédecine.

MedTech, industrie plutôt qu'université

La recherche en nouvelles technologies médicales est surtout initiée et développée en milieu commercial (par exemple, par les géants digitaux) avec un nombre très restreint d'universités qui s'associent au processus de conception.

Ainsi, seules quelques universités américaines (avec de très bonnes performances au Shanghai Ranking) préfèrent être une caisse de résonance au développement des technologies médicales, et presque toujours en collaboration “exclusive” avec un partenaire parmi les GAFAMI & Co (Google, Apple, Facebook, Amazon etc.).

Data-supported patient-driven care : au centre de l'évolution digitale

Un point commun à la plupart des nouvelles technologies en santé est que ces dernières permettent au patient de redevenir protagoniste du trajet de soins, peu importe la pathologie : le smartphone enrichi d'applications est devenu en plus l'outil de choix pour le stockage des données médicales, que le patient peut partager avec le clinicien de son choix.

À titre d'exemple, plusieurs géants du numérique ont créé leurs propres plateformes santé (voir la Health App chez Apple).

Intelligence Artificielle en Médecine

IA en Cardiologie

Détection de la fibrillation atriale

La détection de la fibrillation atriale par algorithmes a été le dossier phare pour l'application de l'IA en médecine.

Un premier algorithme AliveCor a été approuvé en 2014 par la Food and Drug Administration : la compagnie développe par la suite son application mobile KARDIA permettant de mesurer un ECG 1 dérivation ou 6 dérivation directement sur smartphone à l'aide d'un dispositif rectangulaire.

Apple s'y met aussi en 2018 en intégrant une application ECG dans son Apple Watch 4.

Réflexion 1 : Besoins santé créés et le risque du monitoring permanent

Le marché des MedTech (dispositifs médicaux intelligents, applications, explorations génomiques, médecine de précision, chatbot et plateformes santé) s'impose comme un des marchés les plus prometteurs du 21^{ème} siècle.

La valeur globale du marché estimée approche les 1000 milliards de dollars. Une grosse portion du chiffre d'affaires des compagnies MedTech origine de la vente de dispositifs médicaux à une tranche de la population qui est encore en bonne santé (et relativement jeune d'âge).

À titre d'exemple, le bénéfice de la détection de fibrillation atriale par Apple Watch était en principe indiqué pour un "consumer profile" de personne âgée isolée, comme montré dans son essai clinique Apple Heart Study (en collaboration avec le Département de Cardiologie de Stanford University).

Le résultat du marché est bien différent : le Apple Watch se présente comme un dispositif acheté principalement par un public jeune, construisant petit à petit un dossier médical personnalisé complet sur smartphone et mesurant régulièrement l'activité cardiaque, dont la prévalence pathologique sera très petite contrairement à une population plus âgée (dont seul un pourcentage minime utilise de dispositifs connectés à l'heure actuelle).

Le monitoring permanent et partage de données santé a suscité un débat important suite à des discussions avancées de partenariat entre Apple et des assureurs privés américains pour offrir un Apple Watch aux citoyens âgés.

La société occidentale évoluant vers un modèle de santé de plus en plus focalisé sur la responsabilité individuelle du patient envers son propre bien être, certains scientifiques s'interrogent en permanence sur le risque du monitoring des devices médicaux (tels que l'Apple Watch).

En effet, un monitoring constant risque de pénaliser les plus démunis si ces derniers n'adoptent pas certaines mesures d'hygiène de vie (par exemple, remplir les cahiers digitaux d'activité physique en marchant un certain nombre de pas).

La pénalisation pourrait se voir sous plusieurs formes, comme par exemple l'augmentation des primes d'assurance ou le refus d'assurabilité.

Est-ce que, dans le futur, on ne pourra soigner que des gens en bonne santé?

IA et Diabétologie

Prédiction des hypoglycémie chez les patients diabétiques

Medtronic est particulièrement connue pour ses exploits en Diabétologie : leur technologie Guardian Monitoring Continu de Glucose permet aux patients de surveiller leur glycémie sur smartphone et en continu à l'aide d'un capteur sous-cutané.

En 2018, Medtronic a mis au point une amélioration de son application mobile Sugar.IQ en collaboration avec Watson (intelligence artificielle développée par IBM) permettant aux utilisateurs de consulter des prédictions journalières quant à l'évolution de leur glycémie et ainsi prévenir des éventuelles hypoglycémies.

En synergie, le device et l'application s'améliorent dans le temps en s'éduquant via les données du patient.

IA et Neurologie

Management des crises d'épilepsie

Empatica a reçu en 2018 une approbation pour son wearable Embrace, associé à des capteurs électrodermiques pouvant détecter des crises d'épilepsie généralisées et à une application pouvant alerter immédiatement les proches et le médecin de famille/neurologue de la crise, avec des informations supplémentaires quant à la localisation du patient.

Dans le futur, cette même technologie permettra de prédire les crises d'épilepsie.

IA et Paralysés

Neuralink, startup fondée par Elon Musk a dévoilé en été 2019 les premières vues sur son interface cerveau ordinateur avec dispositif sous-cutané et fils de connexion (10 fois plus fins qu'un neurone). Le but premier celui de permettre aux patients paralysés de commander des ordinateurs afin de s'aider dans la vie de tous les jours. Les essais humains

viendront en 2020 après la réussite des tests sur singes. La compagnie a développé un système d'implantation cérébrale par robot capable d'implanter 6 fils du dispositif par minute (actuellement uniquement dans les rats).

Le CEO de la compagnie a déclaré vouloir à terme permettre aux humains de fusionner avec l'IA.

IA et Anatomie Pathologique

Grading des cancers

Paige.ai a reçu en 2019 une approbation de la part de la FDA (avec en prime un statut breakthrough) pour son algorithme de grading des cancers en anatomie pathologie computationnelle.

La compagnie peut compter sur une collaboration avec le Memorial Sloan Kettering Hospital, qui lui fournit 1 million de coupes histologiques afin d'entraîner les algorithmes.

IA et Radiologie

La radiologie et le champ de la médecine le plus touché par l'arrivée des MedTech basées sur l'intelligence artificielle.

Imagerie cérébrale

Icobrain est un portfolio de logiciels développés par Icometrix et destinés à mieux détecter la sclérose multiple, les démences et les lésions cérébrales traumatiques.

Pour la sclérose multiple, le bénéfice de Icobrain est de réduire le temps de traitement suboptimal avec un diagnostic correct.

Imagerie thoracique

Zebra Medical Vision fournit un logiciel basé sur l'IA pouvant analyser les radiographies thoraciques et pouvant fournir des diagnostics différentiels au radiologues. Le but premier est d'éviter le "learning bias" des radiologues en offrant une deuxième opinion. La compagnie compte également déployer ses algorithmes approuvés en Europe et US pour fournir une aide diagnostique dans les pays en voie de développement où l'imagerie médicale n'est pas accessible à la plupart de la population.

IA et consultation médicale

Anamnèse intelligente

Bingli est une application belge utilisant l'intelligence artificielle pour poser un interrogatoire orienté et systématique aux patients tant en médecine générale que spécialisée. Les patients remplissent le questionnaire avant de rentrer en consultation, permettant au médecin d'avoir une anamnèse complète et gagner du temps pour mieux éclairer le patient sur sa plainte et son état de santé.

IA et evidence-based medicine

Traitement evidence-based en temps réel

IQVIA global a déployé un outil CODE dans une centaine d'hôpitaux européens permettant de suivre en temps réel le changement de traitement anti-cancéreux et suivre les outcome chez les milliers de patients (subdivisés par type de cancer, par facteurs démographiques, ou par facteur géographique). Les données de patients sont anonymisés "on site", le partage d'informations entre réseaux partenaire s'effectuant avec des données propres. IQVIA développe actuellement un module supplémentaire pouvant prédire l'outcome sur base du type de patient, de cancer et de traitement utilisé.

Réflexion 2 : si l'IA se trompe, qui est responsable?

La question de la responsabilité juridique revient souvent dans les débats autour de l'intelligence artificielle en santé. Qui sera responsable le jour où l'algorithme se trompera de diagnostic?

À l'instant, seules deux personnes juridiques existent : le médecin et le producteur du logiciel ; l'IA ne constitue pas (encore) une personnalité juridique à part entière. Certains juristes invoquent d'ailleurs la nécessité que l'IA devienne une personne juridique à part entière en raison de la fameuse “black box”, cette série de calculs impossibles à réaliser pour l'humain (et des parcours décisionnels devenant invisibles à l'œil humain après auto-apprentissage sur base des données).

Deux visions de la responsabilité se projettent dans les débats en l'absence d'un cadre juridique efficient.

La première repose sur le rôle de l'IA : si le médecin exploite l'IA comme aide pour aboutir au diagnostic final, alors la responsabilité reviendrait au médecin. Si l'IA aboutit au diagnostic sans input médical, alors la responsabilité reviendrait au producteur du logiciel. Dans ce cas de figure, le principe de jurisprudence pourrait voir le jour : si plusieurs médecins avec des compétences comparables commettaient les mêmes erreurs en utilisant l'IA, ils pourraient être dégagés de leurs responsabilités.

La deuxième nuance la première et repose sur le concept de contrainte morale : est-ce que le médecin sera dans le futur “contraint” moralement d'utiliser l'IA sachant que cet outil le dépasse dans sa discipline en ce qui concerne le diagnostic?

Dans tous les cas, un retard juridique important voit le jour quant à la régularisation des IA.

Médecine personnalisée

Génomique, entre maladie et ancêtres

La compagnie 23andMe offre depuis plusieurs années des tests génétiques pouvant détecter des informations tels que le pourcentage ethnique (c'est bien aux US que cette option a pu lancer le marché) ainsi que des prédisposition à développer des pathologies telles que le diabète de type II. La compagnie a traversé plusieurs scandales médiatiques lorsque le public a appris que 23andMe avait vendu pour 300 millions de dollars les bases de données des clients à GlaxoSmithKline. Le test est attrayant de par la possibilité de le réaliser chez soi en mettant de la salive dans un pot et le renvoyer par courrier à la compagnie.

Plateforme de médecine personnalisée et cash-for-data

Doc.ai est une application dont le fonctionnement est basé sur le machine learning et est destinée à la collecte des données médicales structurées pour rendre le patient propriétaire de son dossier médical.

À l'instant, cette plateforme utilise l'IA pour prédire à partir d'un selfie le « phénomène », c'est-à-dire les données biométriques telles que le poids, la taille, l'âge, le sexe et le BMI. La compagnie déclare vouloir prédire d'ici quelques années les pathologies futures pouvant être développées chez un individu utilisant l'application pour collecter les données, et ainsi travailler dans le “-omique”.

Le site de la compagnie déclare que la technologie de collecte est équipée d'une technologie blockchain assurant une encryption end to end en décentralisant les données. Les patients peuvent donner leur accord pour partager leur données de façon anonymes pour des projets de recherches, ce qui a permis à la compagnie d'effectuer des études cliniques basées sur les données en collaboration avec l'Université d'Harvard et une compagnie d'assurance. Le partage anonymisé permet à l'utilisateur de recevoir une compensation financière.

Téléconsultation

Au delà des outils et du cadre législatif, les offres

En attendant le cadre législatif belge, la compagnie d'assurance et banque AXA group a lancé la téléconsultation pour ces 500.000 patients affiliés. En Pratique, les patients demandent une téléconsultation quand leur médecin généraliste est difficilement joignable et AXA se charge de fournir une consultation par téléconférence dans les 30 minutes, gratuitement. La dynamique de la consultation est cependant différente : l'anamnèse est effectuée par une infirmière.

Conclusions : quelles sont les barrières à l'adoption d'une médecine augmentée et comment les surmonter ?

La technologie de médecine augmentée est déjà bien présente et pouvant être implémentée dans une multitude de cas pathologiques fréquentes. Pourtant, que les hôpitaux américains figurant dans le top 10 des meilleurs hôpitaux du monde adoptent la médecine augmentée, ainsi que certaines grandes villes chinoises. Quels sont les obstacles principaux à l'adoption d'une médecine augmentée en Europe?

Manque de géants technologiques made in Europe

En matière de nouvelles technologies, on peut remarquer que l'Europe est bloquée en sandwich entre les GAFAMI Américains (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft, IBM) et les BATX chinois (Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi) sans disposer de son propre éventail de géant technologique qui puisse rivaliser en termes de chiffres d'affaires avec les deux autres pays. Ce manque de géant technologique européen entraîne un déficit d'investissement colossal

en matière d'intelligence artificielle, y compris l'IA médicalisée. Mais mis à part une question purement économique, il s'agit également d'un manque de partenaire intellectuel pour les hôpitaux, alors que de l'autre côté de l'Atlantique, chaque grand hôpital académique est associé à un géant technologique (par exemple, Stanford et Apple).

Manque d'initiative financière collective

Le coût des MedTech peut rarement être assumé par le médecin généraliste isolé, ce qui exclut d'emblée la médecine générale de l'évolution technologique. De plus, les médecins ne s'intéressant pas à la médecine augmentée ne voient pas leur portfolio de patient diminuer : dans un système de soins de santé basé sur solidarité sociale qui reste performant en Europe, couplé à un manque de concurrence médicale (sur le compte de la pénurie généralisée), les médecins européens ne voient pour l'instant pas de plus value en l'adoption de pratiques augmentées.

Néanmoins, certains hôpitaux de pointe décident d'investir dans des solutions novatrices, ce qui a le plus souvent des retours positifs en terme de patientèle. Ces initiatives sont par contre très peu encouragées par les États (le subventionnement centralisé étant la seule solution tolérable en absence de géant technologique partenaire), ce qui rend le poids financier difficile à supporter.

Manque de médecins augmentés

Depuis plusieurs mois, de nouveaux programmes de médecine « augmentée » voient le jour dans des facultés privées à la pointe. Notamment, la faculté de médecine de l'Université Humanitas à Milan qui accueille chaque année des étudiants tant européens qu'américains qui lancera un double cursus « médecine-ingénierie » pour former une élite de médecins-ingénieurs (50 par an environ).

Pour répondre aux mêmes besoins de l'autre côté de l'Atlantique, Kaiser Permanente (connue

pour son énorme réseau de 38 hôpitaux) a décidé de lancer une nouvelle école de médecine à Pasadena (Californie). Cette école formera gratuitement cinq cohortes de médecins pour tester son programme, déjà validé par la commission américaine d'éducation médicale.

Les facultés de médecine des universités classiques en Europe sont donc actuellement en retard, avec comme risque futur un déficit domestique de cette nouvelle élite médicale.

Les médecins-ingénieurs constitueront probablement cette future élite médicale que chaque hôpital voudra dans ses rangs. Les hôpitaux pouvant compter sur la collaboration des médecins-ingénieurs profiteront pleinement de cette expertise clinique « augmentée » pour révolutionner la dispensation des soins. De plus, ces quelques cliniciens pourraient constituer une « safety net » pour les processus incluant l'IA ; ceci sans oublier le côté recherche, terrain où les médecins « augmentés » seront grandement avantagés par rapport aux autres.

Dans cette optique, il semble indispensable de pouvoir former de façon accessible nos propres futurs cliniciens qui assureront la transition IA. Le cas échéant, soit les hôpitaux iront chercher ce genre de profil à l'étranger, où se contenteront d'une transition digitale médiocre, ce qui risque de faire partir leur patientèle ailleurs, surtout à une ère où la 5G pourra permettre une télémédecine très performante et où le tourisme médical extra-européen se développera en masse.

Risque-t-on de se faire remplacer par l'IA médicalisée?

Si les professionnels de l'art de guérir sont prêts à évoluer avec leur discipline, ceux-ci ne seront pas remplacés : la médecine augmentée existe comme telle car supportée par des outils au service du médecin pour améliorer la prise en charge du patient (et non pas remplaçant ce dernier).

Nous sommes aujourd'hui en position d'accueillir cette évolution et d'en être protagonistes mais ceci doit impliquer une révision majeure des connaissances à maîtriser pour s'en sortir à l'ère de la médecine augmentée.

Une telle évolution du système actuel n'est possible que si des vraies balises concernant les compétences des différents acteurs de la santé (dont le médecin) sont fixées selon des standards scientifiques orientés vers le bénéfice du patient. Si l'on suit ces balises bien présentes ailleurs dans le monde, le médecin augmenté pourra être mieux valorisé en rapport avec les compétences qui le distinguent des autres professionnels (vide supra).

Ainsi, si nous ne formons pas nos propres futures élites de la médecine augmentée (alors que nous avons toujours été riches d'experts mondiaux à chaque étape de l'histoire de la médecine), nous serons devancés par d'autres puissances mondiales et géants technologiques qui pourraient monopoliser les soins de demain (avec le volume de patients qui va avec). La guerre la plus probable ne sera donc pas entre le médecin et l'intelligence artificielle, mais bien entre les médecins augmentant leur pratique par l'IA et ceux qui ne le feront pas.

In fine, n'oublions pas que le but est l'outcome du patient: tous les autres intérêts doivent être en arrière plan.