Avertissement: notes prises au vol… erreurs possibles… prudence!

HUG: Hôpital cantonal de Genève mardi 29 avril 2025

Révolutionner l'EEG pour la neurologie de demain

Prof. Margitta Seeck

Cette présentation se fait à l'occasion du 100ème anniversaire de l'EEG.

Le 6 juillet 1924, un premier EEG a lieu après une opération d'une tumeur cérébrale. L'EEG est digitalisé durant les années 80, permettant une plus grande précision de mesure, et devient portable en 1991. En 2024, il comprend jusqu'à 270 électrodes, qui mesurent également la respiration et l'activité cardiaque.

Si la puissance des ordinateurs s'est multipliée d'un million, le coût d'un gigabyte n'est plus qu'1-2% du prix il y a 20 ans..

Intelligence artificielle

Les réseaux neuronaux artificiels ont un fonctionnement proche de celui du cerveau, avec une analyse par couches successives de "neurones". La plupart ont été formés pour l'analyse d'image.

- apprentissage supervisé: règles de classifications selon critères humains → "patient x atteint, patient y non, quel est l'état du patient a?"
- apprentissage non supervisé: la machine produit sa propre classification → "100'000 patients, trouve les caractéristiques puis utilise-les pour classifier les patients."

Il faut 9 mois à 2 ans de formation pour différencier correctement tout EEG anormal...
Si l'œil humain excelle dans la détection des formes d'ondes spécifiques, des rythmes ou des motifs répétitifs, il reste très limité dans l'identification de dynamiques de longue durée (s/m/h), d'activités à haute fréquence, de certaines formes de synchronie, d'analyse de fréquence précise et de dynamique.

L'IA peut prédire l'âge du cerveau et le sexe à travers des EEG. Cette étude des USA sur ~1000 sujets psychiatriques, montre une précision de 85% dans la prédiction du sexe et une erreure moyenne de 6 ans dans la prédiction de l'âge.

L'IA bouleverse la pratique, avec un modèle capable d'interprétation clinique automatisée, SCORE-AI (Tveit et al).
L'étude utilise plus de 30'000 EEG précédemment interprétés par des experts, que l'IA classifie ensuite en catégories pertinentes pour la prise en charge si anormale: focale, généralisée, non épileptiforme...
Les résultats sur le set d'EEG d'entraînement sont excellents. Testé dans sur un autre set provenant d'un centre externe, ils sont moins bons mais atteignent la performance d'un expert humain.

Quand l'EEG est normal...

75% des EEG initiaux de patients ensuite diagnostiqués avec une épilepsie sont normaux.

Les Dr·e·s Mahan, Gallotto et Menetre mettent en place un modèle IA qui se base sur des EEG initiaux qui commencent par un “calibrage” du patient à travers une exposition lumineuse (SLI).

Le modèle a une précision médiocre avec un EEG normal, à peine meilleure en cas de d’anomalies, et devient bon lorsque 5 variables cliniques sont associées à l’analyse.
Dans l’avenir, un outil donnant une probabilité d’épilepsie est imaginable.

Importance d’un diagnostic rapide
Les 48h qui suivent une première crise épileptique sont cruciales. Une première crise non traitée et le nombre de crises antérieures augmentent le risque de rechute. Cela est confirmé à 5 ans (Ménétré et al) et 10 ans de suivi.

EEG-IA aux soins intensifs
L’ischémie cérébrale retardée est une complication très grave des hémorragies sous-arachnoïdiennes. Elle est raison d’un suivi rapproché après HSA (doppler, 5j de surveillance...). Une évaluation rapide par EEG initiale serait donc de grande utilité. Un premier modèle est présenté ICI, mais seuls 107 cas ont servi à l'entraînement, alors que des milliers sont nécessaires. (AUC: 0,66)

Il s’agit d’une limitation de l’IA: lorsque les cas sont rares, l'entraînement devient compliqué.

Une étude lausanno-bernoise sur la détection des dégâts neurologiques après un arrêt cardiaque, et leur atteinte sur l’autonomie du patient, analyse plusieurs modèles. Ceux-ci sont plus performants que le modèle au-dessus (AUC ~0,85).

Diagnostic maladie d’alzheimer par EEG
Cette méta-analyse de 30 études montre que l’EEG, et en particulier lorsque soutenu par IA, est une méthode de détection précoce de la maladie d’Alzheimer.
Précision de la prédiction > 80%. Mais la taille d’échantillon est petite dans toutes ces études.

L’EEG précoce permet de prédire la récupération après un traumatisme crânien
Cette étude analyse les EEG (précoces, continus) de 107 patients admis aux SI pour un TC modéré à sévère. 50% des patients présentent par la suite une mauvaise évolution.
Combiné au score IMPACT (glasgow, tension, sat...), la sensibilité et spécificité sont bonnes: 0.83 et 0,85 respectivement.

Réponse aux antidépresseurs
Cette étude présente un modèle IA se basant sur des EEG 32 canaux pour prédire la réponse à la sertraline/escitalopram chez 125 patients en dépression.
Comme seuls 40% des patients y répondent bien, c’est une bonne question à résoudre.

Le modèle a pu prédire correctement la réponse aux SSRI dans 64% des cas, confirmé sur un set de patient indépendant. C’est plutôt bien en considérant que le modèle est basé sur seulement 125 cas.

Conclusions

- L'intégration de l'EEG par l'IA est en cours
- Pour le diagnostic précoce: de routine en cas d'événement neuropsy, pour soutenir certaines décisions précoces, éventuellement dans les cas ambigus
- L'utilisation dans le monde réel est possible: modèles légers et interprétables, sans besoin de matériel spécialisé, rapide et économe en ressources.
- Soutien clinique: intègre l'EEG et la clinique, révèle des schémas invisibles à l'examen de routine, complète le jugement clinique.

Questions

En pratique, peut-on demander un EEG pour détecter une démence? C'est plutôt dans les études que ça se fait, même s'il a plutôt été remplacé par d'autres examens dans les dernières années. C'est un sujet de débat.

Compte-rendu de Valentine Borcic
valentine.borcic@gmail.com
Transmis par le laboratoire MGD
colloque@labomgd.ch