

ABREVIATIONS

SAU - Service d'accueil des urgences

DREES - Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

EGS - Evaluation gériatrique standardisée

EGS-C - Evaluation gériatrique standardisée courte

ISAR - Identification of senior at risk

TRST - Triage risk screening tool

CHU - Centre Hospitalier Universitaire

LATA - Limitation et arrêt des thérapeutiques actives

MLP - Multilayer perceptrons

VPP - Valeur prédictive positive

VPN - Valeur prédictive négative

LR+ - Likelihood ration of positive test soit rapport de vraisemblance positif

AUC - Aire under the curve soit Aire sous la courbe

ROC - Receiver operating characteristic

RN - Réseaux neuronaux

DS - Dérivation standard

PLAN

INTRODUCTION

MATERIEL ET METHODES

- 1- Plan de l'étude
- 2- Critères de jugement
 - 2.1- Critère de jugement principal
 - 2.2- Evaluation des co-variables
- 3- Analyse statistique
- 4- Poids des variables
- 5- Critères éthiques

RESULTATS

DISCUSSION

2^{ème} PARTIE

METHODOLOGIE

- 1- Plan de l'étude
- 2- Critères de jugement
 - 2.1- Critère de jugement principal
 - 2.2- Evaluation des co-variables
- 3- Analyse statistique

RESULTATS

DISCUSSION

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

ANNEXE 1

ANNEXE 2

INTRODUCTION

Le vieillissement de la population s'accélère notamment du fait de l'arrivée au grand âge des générations du "baby-boom". D'après les projections de population de l'INSEE, en 2060 une personne sur trois aura plus de 60 ans en France métropolitaine. Ainsi, le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus augmentera, à lui seul, de plus de 10 millions (1).

Les effets de cette réalité démographique se répercutent déjà sur le système de santé et en particulier sur les structures hospitalières. En effet, si on considère leur proportion dans la population générale, les personnes âgées sont surreprésentées au sein des patients hospitalisés.

Ainsi, les patients âgés de 75 ans et plus représentent 17% de la population française et 12% des consultations dans les services d'accueil des urgences (SAU) (2), mais entre 30 et 50% des patients hospitalisés (3).

Cette fréquence importante des hospitalisations après une admission au SAU est en lien direct avec le concept de fragilité. Ce syndrome est défini par une incapacité à s'adapter à un stress du fait de réserves physiologiques diminuées. Cette vulnérabilité est liée en grande partie à une augmentation du nombre de pathologies chroniques chez les personnes de 75 ans et plus. La présence de pathologies chroniques mais aussi la proportion de personnes âgées avec de multiples comorbidités atteint près de 65% pour une tranche d'âge de 65-84 ans et plus de 80% pour les 85 ans et plus (4). Tout évènement de santé peut alors déstabiliser cet état de fragilité, particulièrement instable.

Une pathologie aiguë peut ainsi déclencher un mécanisme de pathologies en cascade, un déclin fonctionnel accéléré, favorisant une admission en urgence en milieu hospitalier, voire une hospitalisation prolongée.

Parmi les pathologies à l'origine d'hospitalisations prolongées, les plus fréquentes sont les sepsis (avec majoritairement les infections nosocomiales) et le « déconditionnement » qui favorisent et/ou accélèrent le processus de perte d'autonomie et d'entrée dans la dépendance (5,6).

Ce retentissement sur les capacités à réaliser les actes de la vie quotidienne rend incontournable une prise en charge adaptée aux caractéristiques spécifiques de cette population âgée.

Cette prise en charge médicale des personnes d'âge gériatrique est généralement plus complexe. Tout d'abord sur le plan diagnostique du fait d'interactions entre les pathologies aiguës et chroniques. En effet, la sémiologie des pathologies aiguës s'exprime souvent à travers un déclin fonctionnel entravant ainsi la réalisation du diagnostic pour les médecins non gériatres habitués aux prises en charge mono-organique. Ensuite, les interventions sont nécessairement globales et multidimensionnelles afin de répondre aux besoins d'une population polypathologique et dépendante. Ceci constitue la base de l'évaluation gériatrique standardisée (EGS). Cette procédure, centrée sur les spécificités des personnes âgées, vise à identifier l'ensemble des problèmes médicaux, psychologiques, fonctionnels et sociaux permettant l'élaboration d'un plan de soin adapté à court, moyen voire à long terme. Cette intervention est réalisée par une équipe pluridisciplinaire de gériatrie et comporte une évaluation diagnostique qui permettent d'émettre des recommandations thérapeutiques (7–10).

Il a été démontré dans des études préliminaires que cette EGS complète améliorerait les parcours de soins en réduisant le risque de ré hospitalisation et d'institutionnalisation. L'EGS permettait également la diminution de la mortalité et des surcoûts de santé (10,11).

La réalisation systématique d'une EGS par une équipe de gériatrie chez tous les patients âgés admis aux urgences paraît cependant impossible dans la pratique courante et ce pour trois raisons.

La première est liée aux compétences nécessaires à cette prise en charge globale gériatrique qui sont peu développées. En effet il existe un faible nombre d'effectifs aux compétences adaptées car un faible nombre de professionnels y est formés (12).

La seconde est son intégration dans la pratique clinique quotidienne aussi bien hospitalière qu'en soins primaires. En effet la réalisation d'une EGS est complexe et longue car multidimensionnelle et multidisciplinaire (12,13).

La troisième vient du fait que l'EGS apporte peu de bénéfices si elle est réalisée chez des patients vigoureux à la différence des patients vulnérables. Il semble ainsi nécessaire d'apporter le bon soin, à la bonne personne et au bon moment, afin d'adapter le système de santé aux personnes âgées vulnérables (8,14).

L'offre de soin actuelle, peu sensibilisée aux sujets âgés les plus fragiles, concourt à rendre le système de soins inadapté aux patients âgés. Ce constat sera d'autant plus vrai que le nombre de sujets âgés admis à l'hôpital ne va cesser de croître dans les années à venir. Une adaptation des soins hospitaliers mais aussi des soins primaires en tenant compte des besoins spécifiques des sujets âgés s'avère par conséquent nécessaire (12,13).

C'est dans ce but et afin d'améliorer l'efficacité des soins, c'est-à-dire en déployant les moyens médicaux aux patients qui le nécessitent, qu'une intervention en deux temps (Two step approach) a été développée (14–16).

Cette procédure consistait ainsi dans un premier temps au repérage des patients les plus à risque de parcours de soins compliqués. Ce repérage à partir d'un outil d'identification des patients à risque d'événements indésirables permettait dans un second temps de faire réaliser une évaluation globale.

Cette démarche hiérarchisée permettait de réduire le déclin fonctionnel à 4 mois sans pour autant constituer un surcoût financier pour le système de santé. Cette première étude a été à l'origine du développement de véritables procédures d'interventions gériatriques hospitalières selon le niveau de vulnérabilité (16).

De nombreux outils de repérage ont été développés (ISAR, TRST) afin d'identifier les patients à risque de ré hospitalisation, de déclin fonctionnel (17,18).

Les performances de prédictions de ces divers outils restaient cependant modestes et évaluaient pour la plupart des événements au décours de l'hospitalisation (17–19). Cependant les patients âgés ont un risque majoré de pathologies en cascade et de déclin fonctionnel pendant leurs hospitalisations prolongeant ainsi leur durée d'hospitalisation et différant leur retour à domicile.

Fort de ce constat, de récentes études ont été menées afin d'identifier les patients à risque de longues durées d'hospitalisation.

Une EGS courte (EGS-C) à 6 items a ainsi été développée et permettait d'identifier de façon précoce les patients âgés à risque de parcours de soin compliqué (20,21). La valeur prédictive de cet outil était cependant faible et la sensibilité n'était pas supérieure à celle des autres instruments (21).

L'une des hypothèses expliquant ce résultat négatif pourrait être liée au modèle statistique utilisé. En effet, les hospitalisations prolongées constituent des événements complexes et multifactoriels. Les modèles statistiques linéaires sont peu adaptés pour étudier ces événements de santé qui peuvent être considérés comme des événements chaotiques. Ainsi, afin de dépasser les limites de modèles statistiques linéaires, l'utilisation d'un modèle statistique plus adapté semblait intéressante.

Les réseaux neuronaux constituent un modèle inspiré de la structure et de la fonction du cerveau animal constitué d'un système interconnecté organisé en différentes couches communiquant entre elles (22). Ce modèle statistique a déjà été utilisé afin d'étudier les chutes à répétition, événement multifactoriel qui peut être également considéré comme chaotique. Les résultats de cette étude ont montré que les réseaux neuronaux étaient un modèle statistique adapté pour l'identification des patients à risque de chute à répétition (22).

Nous émettons donc l'hypothèse que l'utilisation des réseaux neuronaux pourrait permettre de dépasser les limites des modèles statistiques linéaires précédemment utilisés dans la prédiction des hospitalisations prolongées chez les sujets âgés et ainsi permettre d'améliorer les performances de prédiction de l'EGS-C.

L'objectif de cette étude était de montrer, par l'intermédiaire d'une nouvelle méthode statistique non linéaire, les réseaux neuronaux, que l'EGS-C réalisée dès le SAU pouvait être utilisée comme un outil prédictif du risque d'hospitalisation prolongée.

MATERIEL ET METHODES

1-Plan de l'étude

Le plan d'étude utilisé a été une étude observationnelle prospective mono centrique, réalisée au CHU d'Angers. La cohorte a été réalisée entre Janvier et Décembre 2013 à partir de 1117 patients âgés de 75 ans et plus admis dans l'unité de court séjour après leur admission au SAU.

Les critères d'inclusion étaient :

- Avoir 75 ans ou plus ;
- Etre hospitalisé dans un service de court séjour de médecine à la suite d'un passage au SAU;
- Ne pas entrer dans un protocole de limitation et/ou d'arrêt des thérapeutiques actives (LATA) ;
- Accepter de participer à cette étude.

Au total, 878 patients présentaient les critères d'inclusion (Figure 1) (âge moyen 85.1 ± 6.0 ans et 58.8% de femmes (Tableau I)).

2-Critères de jugement

2.1- Critère de jugement principal

Le principal critère de jugement était la durée d'hospitalisation. Le recueil de cette variable a été réalisé en utilisant le registre administratif du CHU d'Angers. Il correspond au délai en jours entre le premier jour d'admission aux urgences et le dernier jour d'hospitalisation.

La durée d'hospitalisation prolongée a été définie comme le plus grand tertile de durée d'hospitalisation (>13 jours dans notre échantillon de patients) comme décrit dans la littérature (21).

2.2- Evaluation des co-variables

Une EGS-C à 6 items a été réalisé chez les patients inclus dès leur arrivée aux urgences.

Celle-ci était composée des items suivants :

- Âge (codé comme une variable binaire ≥ 85 ans/ < 85 ans) ;
- Genre (masculin ou féminin) ;
- Polymédication, définie par la prise 5 médicaments ou plus différents par jour ;
- Utilisation d'aide formelle ou informelle à domicile (codé comme une variable binaire oui/non) ;
- Antécédent de chute dans les 6 derniers mois (codé comme une variable binaire : oui/non) ;
- Désorientation temporelle définie comme l'impossibilité de donner correctement le mois ou l'année en cours (codé comme une variable binaire : oui/non).

Ces items ont été choisis car chacun d'eux étaient associés de façon indépendante à une durée d'hospitalisation prolongée (5,11,21).

Ces informations étaient recueillies en présence d'un aidant, le plus souvent un membre de la famille.

3-Analyse statistique

Dans un premier temps, les caractéristiques des patients ont été résumées à l'aide de moyennes ou de fréquences et pourcentages de façon approprié. (Tableau I)

Dans un second temps, le modèle statistique des réseaux neuronaux a été appliqué sur les données obtenues pour les 6 items de l'EGS-C. Deux types de réseaux neuronaux ont été utilisés : perceptrons multicouches (MLP pour Multilayer perceptrons) et perceptrons multicouches modifiés (MLP modifié). Ainsi les contributions absolues et relatives (en pourcentages) de chaque item de l'EGS-C ont pu être calculées en valeur de l'aire sous la courbe ROC (receiver operating characteristic) (Figure 2).

Pour appliquer les réseaux neuronaux, l'échantillon de patients a été divisé en deux groupes. Le groupe d'entraînement qui permettait la première phase c'est-à-dire l'apprentissage du réseau neuronal pour répondre à la question posée et le groupe test sur lequel était généralisé et validé le modèle.

Les comparaisons entre ces groupes ont été réalisées en utilisant un test du Khi-deux.

Dans un dernier temps, la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positives et négatives, les rapports de vraisemblance positifs et négatifs, ont été calculé pour les deux réseaux neuronaux utilisés. (Tableau II)

La valeur de $p < 0.05$ était considérée comme statistiquement significative.

Tous les calculs statistiques ont été réalisés en utilisant R 3.1.0 et NetBeans IDE 8.0.

4-Poids des variables

En complément du calcul des valeurs de prédiction pour les deux réseaux neuronaux, les valeurs absolues et les proportions relatives dans la prédiction (exprimées en pourcentages) des différents items de l'EGS-C étaient également calculées.

5-Critères éthiques

Cette étude a été conduite en accord avec les critères d'éthique de la déclaration de 1983 d'Helsinki.

Chaque patient inclus dans cette étude a fourni un accord verbal. Cet accord verbal a été obtenu des patients eux même en présence d'une personne de confiance, habituellement un membre de la famille, qui les aidait dans la prise de décision.

La totalité du protocole de l'étude ainsi que la procédure de consentement ont été approuvés par le comité d'éthique d'Angers.

RESULTATS

Les caractéristiques de base des patients sont présentées dans le Tableau I.

La moyenne d'âge des patients était de 85.1 ± 6 ans et 58.8% étaient des femmes. Près de trois quarts des patients de cette étude prenaient 5 médicaments ou plus par jours (73.6%) et presque la moitié utilisaient un traitement psycho actif (46.1%). Environ deux tiers des patients avaient un antécédent de chute dans les 6 mois et plus d'un tiers avaient une désorientation temporelle. Plus de la moitié des patients vivaient à domicile et plus d'un quart ne bénéficiaient pas d'aide formelle ou informelle.

Au total 54.8% (57.4% dans le groupe entraînement et 52.3% dans la groupe test) ont été admis aux urgences pour une insuffisance d'organe aigüe. Les insuffisances d'organes les plus fréquentes étaient les pathologies neuropsychiatriques (15.9%, 12.5% dans le groupe entraînement et 19.3% dans le groupe test), les pathologies cardiovasculaires (9.4%, 11.5% dans le groupe entraînement et 7.4% dans le groupe test), les pathologies respiratoires (9.4%, 9.1% dans le groupe entraînement et 9.7% dans le groupe test) et les pathologies digestives (8.2%, 6.3% dans le groupe entraînement et 10.2% dans le groupe test).

La durée moyenne d'hospitalisation était d'environ 9 jours (moyenne en jours \pm dérivation standard, 9.1 ± 9.1 jours pour le groupe entraînement et 10.3 ± 9.7 jours pour le groupe test).

Les deux groupes d'entraînement et test ne présentaient pas de différence significative en dehors des pathologies neuropsychiatriques comme motif d'admission au SAU (12.5% dans le groupe d'entraînement et 19.3% dans le groupe test, $p = 0.02$)

Le Tableau II répertorie les valeurs prédictives de l'EGS-C à 6 items après application des réseaux neuronaux.

Le modèle MLP permettait d'obtenir une sensibilité de 13.2%, une spécificité de 97.6%, une valeur prédictive positive de 64.4%, une valeur prédictive négative de 77.1% et une aire sous la courbe ROC de 69.9.

Le modèle MLP modifié permettait d'obtenir une sensibilité de 20.5%, une spécificité de 96.1%, une valeur prédictive positive de 63.4%, une valeur prédictive négative de 78.3% et une aire sous la courbe ROC de 71.2.

L'analyse de la contribution des différents items de l'EGS-C en 6 items a mis en évidence que l'état de santé (polymédication, antécédent de chute dans les 6 mois et désorientation temporelle) contribuait majoritairement à la valeur de l'aire sous la courbe ROC, 60.3% pour les perceptrons multicouches et 62.9% dans la version modifiée. Avec en premier lieu la désorientation à 51.1% pour les MLP et 42% pour la version modifiée, puis les antécédents de chutes à 5.9% pour les MLP et 19.2% pour les MLP modifiés et en enfin la polymédication à 3.4% pour les MLP et 1.7 pour les MLP modifiés.

Pour les items démographiques, qui étaient répartis en âge et le genre masculin, la contribution est respectivement de 0.5% et 26.5% pour les MLP et 0.4 et 21.6 dans la version modifiée.

L'item environnemental, contribuait à 12.7% dans le modèle MLP et 15.0% dans la version modifiée aux capacités de prédiction de l'EGS-C.

Ces résultats sont schématisés dans la Figure 2.

DISCUSSION

Les résultats de notre étude ont montré que les capacités de prédiction de l'EGS-C étaient faiblement améliorées malgré l'apport des réseaux neuronaux.

Ainsi, malgré une amélioration globale de la spécificité (96.1%), de la VPP (63.4%), de la VPN (78.3%), la sensibilité du réseau MLP modifié était proche de 20.5% ce qui demeurait faible pour un test prédictif (Tableau II).

Cette étude a également permis de constater que les variables mesurant l'état de santé étaient celles qui contribuaient majoritairement aux capacités de prédiction de cet outil (60.3%) (Figure 2).

Ces résultats sont dans la continuité d'une précédente étude réalisée sur une cohorte de patients aux caractéristiques comparables (23). Les performances de prédiction de l'EGS-C dans cette première étude, basée sur une analyse statistique linéaire, étaient faibles et ne permettaient pas d'utiliser cet instrument comme un outil de décision clinique. En effet, les aires sous la courbe ROC des différentes combinaisons des items de l'EGS-C pour une durée d'hospitalisation prolongée étaient entre 0.50 et 0.57, soit proche du hasard. Cette étude avait alors montré qu'un niveau de risque élevé à l'EGS-C, c'est-à-dire l'association d'une chute et d'une désorientation, était associé de manière significative avec un risque majoré d'hospitalisation prolongée chez des patients âgés admis aux urgences. Néanmoins, les capacités de prédiction de l'EGS-C étaient pauvres quelques soit les items ou la combinaison employée. La sensibilité de l'EGS ne dépassait pas 40% selon les combinaisons des items.

En dehors de la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et négative de ce test ont été améliorées par cette nouvelle analyse. La spécificité était de 96.1%, la valeur prédictive positive de 63.4 et la valeur prédictive négative de 78.3% pour la version MLP modifié (Tableau II)

Malgré l'utilisation des réseaux neuronaux, la sensibilité obtenue était trop faible et ne permettait pas une utilisation de l'EGS-C à 6 items dans la pratique courante. En effet ce test ne pouvait pas être utilisé pour distinguer les patients à risque de longue durée d'hospitalisation en pratique courante sous peine de ne pas apporter les soins nécessaires aux patients à risque.

Ce résultat négatif peut être en lien avec l'utilisation des réseaux neuronaux. En effet, l'algorithme de cette analyse statistique nécessite un nombre de valeurs supérieur à 6. Notre EGS-C à 6 items, telle quelle a été développée, ne peut par conséquent pas apporter un résultat satisfaisant (24).

Ceci pourrait apporter une explication aux faibles performances de cet outil alors que les critères qui la composent ont été associés avec des hospitalisations prolongées dans les données de la littérature.

La plus ancienne de ces études est celle de Maguire & Al. qui a montré que la chute et des scores faibles à l'évaluation cognitive étaient associés à une durée d'hospitalisation prolongée (25). Une étude plus récente de Lang & Al. a montré que les troubles de la marche et de l'équilibre mais aussi les troubles cognitifs étaient des marqueurs précoces de durée d'hospitalisation prolongée (11).

De plus l'équipe Vetrano & Al. a démontré dans une étude réalisée en 2014 qu'il existait une relation forte entre la polymédication et la durée d'hospitalisation (26). En effet, la polymédication, indépendamment des comorbidités de chaque patient, était associée avec des effets secondaires néfastes tels que la mortalité, l'hospitalisation et les interactions médicamenteuses selon plusieurs auteurs (27,28).

Le second résultat concernait la contribution des items de l'EGS-C dans la prédiction des hospitalisations prolongées, c'est-à-dire leur poids.

Les items évaluant l'état de santé des patients représentaient la catégorie de variables la plus associée avec la prédiction d'une hospitalisation prolongée, 60.3% pour la version modifiée (Figure 2). Au sein de ces items la désorientation tenait la part la plus importante avec 51.1% pour les MLP et 42% pour les MLP modifiés. Ensuite les antécédents de chute dans les 6 mois représentaient 5.9% pour la version MLP et 19.2% pour la version MLP modifiés. Enfin la polymédication contribuait à 3.4% pour les MLP et 1.7% pour les MLP modifiés. La contribution de ces items en lien avec l'état de santé était supérieure aux variables environnementales ou démographiques dans cette prédiction.

Le poids important des items en lien avec l'état de santé, en particulier l'état cognitif et la désorientation temporelle, a déjà été montré dans différentes études. En effet comme cité précédemment, Maguire & Al. mais aussi Lang & Al. avaient montré que les troubles cognitifs étaient associés à une durée d'hospitalisation prolongée (11,25). De plus O'Keeffe et son équipe s'étaient intéressés à l'étude des troubles cognitifs en particulier la désorientation temporelle. Ils ont montré qu'il existait une relation forte entre la durée d'hospitalisation et la désorientation temporelle (29).

En conclusion, l'utilisation d'un modèle statistique non linéaire tel que les réseaux neuronaux a permis d'améliorer partiellement les performances de l'EGS-C mais celles-ci demeuraient peu satisfaisantes. En effet l'amélioration de la sensibilité était faible et ne permettait pas d'utiliser l'EGS-C comme un outil de décision médicale. Pourtant, cette méthode statistique des réseaux neuronaux a déjà été utilisée dans de nombreux domaines de la médecine et notamment dans la prédiction des chutes et avait permis d'améliorer les modèles prédictifs (22,30,31).

Au vu de la définition même des réseaux neuronaux, il est possible de formuler l'hypothèse que les résultats insuffisants obtenus pourraient être en lien avec le nombre trop faible d'items fournis. En effet, les réseaux neuronaux étaient un système polyvalent et adaptable doté d'une capacité d'apprentissage progressif proportionnel au nombre de données fournies (24,32,33).

Afin d'affiner les capacités de prédiction encore insuffisantes de l'EGS-C en 6-items et en s'appuyant sur les capacités d'apprentissage des Réseaux Neuronaux, nous avons augmenté le nombre d'items implémentés aux Réseaux Neuronaux.

2^{ème} PARTIE

METHODOLOGIE

1-Plan de l'étude

Nous avons reproduit le même type d'étude en étudiant une population semblable de patients âgés ayant été admis au SAU au cours de l'année 2012. 1254 patients ont été recrutés et 993 ont finalement été inclus dans l'étude (Figure 3).

L'un des critères d'inclusion a été affiné, seuls les patients de 80 ans et plus ont été inclus dans cette étude dans le but d'homogénéiser les caractéristiques de la population.

2-Critères de jugement

2.1- Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal restait identique, c'est-à-dire la longue durée d'hospitalisation.

Comme pour notre précédente étude la durée d'hospitalisation était considérée comme prolongée si elle était supérieure à 13 jours suivant l'admission.

2.2- Evaluation des co-variables

Aux critères d'inclusion décrits dans la première étude, nous avons ajouté quatre items à l'EGS-C.

Ainsi, le lieu de vie (à domicile/en institution) et les motifs de l'admission aux urgences ont donc été répertoriés secondairement, car ces deux paramètres ont montré qu'ils étaient associés à une durée d'hospitalisation prolongée (5,34,35).

Les motifs de l'admission aux urgences ont été divisés en utilisant deux approches complémentaires.

Premièrement les hospitalisations pour une insuffisance d'organe aigüe ont été distinguées des hospitalisations sans réelle décompensation d'organe.

Deuxièmement, le type d'insuffisance aigüe a été divisé en quatre sous-groupes. Cette division était basée sur la prévalence de ces pathologies dans notre échantillon : pathologies cardio-vasculaires, pathologies respiratoires, pathologies digestives, pathologies neuropsychiatriques et autres pathologies aigües.

De plus, l'utilisation de médicaments psychotropes, tel que les benzodiazépines, les antidépresseurs et les neuroleptiques, a été recueillie.

3- Analyse statistique

Nous avons reproduit le même type d'analyse statistique, à partir des réseaux neuronaux, qui avait été mise en place pour l'étude précédemment menée en 6 items.

Premièrement, les caractéristiques des patients ont été résumées à l'aide de moyennes ou de fréquences et pourcentages de façon appropriée (Tableau III).

Deuxièmement, une analyse à travers les réseaux neuronaux a été appliquée en utilisant les modèles MLP et MLP modifié (Figure 4).

Troisièmement, les valeurs absolues et les proportions relatives dans la prédiction (exprimées en pourcentages) des différents items de l'EGS-C à 10 items ont été calculées (Figure 4).

Dans un dernier temps, la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positives et négatives, les rapports de vraisemblance positifs et négatifs, ont été calculés pour les deux réseaux neuronaux utilisés (Tableau IV).

RESULTATS

La comparaison des caractéristiques des patients inclus ne mettait pas en évidence de différence significative entre le groupe test et le groupe d'entraînement (Tableau III).

La moyenne d'âge des patients était de 86.9 ± 4.6 ans et 64% étaient des femmes. Plus de la moitié des patients prenaient 5 médicaments ou plus par jours (68.4%) et presque la moitié utilisait un traitement psycho actif (47.1%). Plus d'un tiers des patients avaient un antécédent de chute dans les 6 mois (33.8%) et une désorientation temporelle (31.4%). Plus de la moitié des patients vivaient à domicile (58.2%) et moins d'un quart ne bénéficiait pas d'aide, formelle ou informelle (19.3%).

Au total 56.8% des patients (56.6% dans le groupe entraînement et 57.0% dans le groupe test) ont été admis aux urgences pour une insuffisance d'organe aigüe. Les insuffisances d'organes les plus fréquentes étaient les pathologies respiratoires (11.9%, 10.7% dans le groupe entraînement et 13.1% dans le groupe test), les pathologies cardiovasculaires (9.8%, 12.8% dans le groupe entraînement et 6.8% dans le groupe test), les pathologies digestives (9.6%, 8.9% dans le groupe entraînement et 10.4% dans le groupe test) et les pathologies neuropsychiatriques (7.4%, 6.2% dans le groupe entraînement et 8.6% dans le groupe test).

La durée moyenne d'hospitalisation était d'environ 9 jours (moyenne en jours \pm dérivation standard, 8.9 ± 8.6 jours) pour le groupe entraînement, et 8.6 ± 7.6 jours pour le groupe test).

Le modèle qui obtenait les meilleures performances était le modèle MLP modifié incluant les 10 items. Ce modèle permettait d'obtenir une sensibilité de 62.7%, une spécificité de 96.6%, une valeur prédictive positive de 87.1%, une valeur prédictive négative de 87.5%. Le rapport de vraisemblance positif était de 18.2 et l'aire sous la courbe ROC de 90.5 (Tableau IV).

De plus, parmi les variables de l'EGS-C, la contribution des maladies chroniques dans la prédiction des hospitalisations prolongées était de 51.3% avec en premier lieu les antécédents de chutes (28.2%), puis la polymédication (12.9%), la désorientation temporelle (5.8%) et enfin les traitements psychoactifs (4.5%).

Les données démographiques se plaçaient en deuxième position dans la contribution des items de l'EGS-C avec 21.6%. La répartition se faisait entre l'âge de plus de 80 ans (14.7%) et le genre masculin (6.9%).

Les données environnementales représentaient 13.7% (vivre à domicile (7.6%) et absence d'aide à domicile (6.3%)).

En dernier lieu, la contribution des maladies aiguës était de 13.5% (Figure 4).

DISCUSSION

Le développement de l'EGS-C, c'est à dire la transition de 6 à 10 items, a permis d'accroître fortement les capacités de prédiction de cet outil. Ainsi, la sensibilité et la valeur prédictive positive ont été améliorées, en passant respectivement de 20.5% à 62.7% et 63.4% à 87.0% et l'aire sous la courbe ROC était de 90,5%.

Des outils de prédiction du risque d'évènements indésirables après un passage aux urgences des patients âgés ont déjà été étudiés et validés. Les plus utilisés sont le score Identification Of Senior At Risk (ISAR) et le Triage Risk Screening Tool (TRST) (17,18)

Tout d'abord l'ISAR correspond à un questionnaire en 6 items, validé par McCusker & Al. (17). Cet outil s'intéressait de façon plus particulière à identifier les patients âgés à risque de déclin fonctionnel, d'hospitalisation prolongée, d'institutionnalisation et de décès dans les 6 mois suivant un passage aux urgences.

Le recueil de ce score, basé sur un auto-questionnaire, ne semblait pas être le plus adapté pour une population âgée et ce pour deux raisons. La première est une fréquente sous-estimation, par les personnes âgées, de leur propre état de santé. La seconde est en lien avec les troubles cognitifs potentiellement présents dans cette population qui peuvent induire des erreurs ou des oublis dans les réponses et par conséquent des évaluations fausses.

De plus l'ISAR ne comprenait pas d'item concernant les troubles de la marche ou les antécédents de chute ainsi que le type d'aide dont bénéficiait le patient, alors qu'il s'agit d'items considérés comme majeurs de l'évaluation gériatrique standardisée (4,7,10).

En dernier lieu, cet outil présentait une sensibilité et une spécificité modérée respectivement 72% et 58%, insuffisantes pour un test prédictif (17).

Un autre outil de prédiction a été développé et validé par Meldon & Al., le TRST (18). Il s'agissait d'un outil d'identification des patients âgés aux urgences à risque de nouveau passage aux urgences, d'hospitalisation et d'institutionnalisation à 30 et 120 jours après le passage aux urgences.

Cet outil, tout comme l'EGS-C développé dans notre étude, est réalisé par un intervenant paramédical. Le TRST comportait uniquement 5 items, ce qui le rendait court mais peu exhaustif. En effet l'environnement tel que le fait de vivre à domicile ou de bénéficier d'aides n'étaient pas répertoriés de même que les données démographiques telles que l'âge et le genre.

Des études secondaires utilisant le TRST, n'ont montré qu'une performance prédictive modérée, ce qui semblait être insuffisant (19,36,37). Les meilleures capacités de prédiction ont été révélées par l'étude de Lee & Al. qui retrouvait une sensibilité de 62% et une spécificité de 57% (19).

Nous avons en modifiant le modèle statistique et en augmentant le nombre d'items de l'EGS-C amélioré fortement la valeur prédictive de ce test. Cependant, les performances de prédiction obtenues demeuraient insuffisantes pour un test qui tend à cibler une population afin de lui apporter une intervention spécifique. En effet, une sensibilité trop faible exposerait des patients à être considérés comme n'étant pas à risque d'hospitalisation prolongée et pourrait ainsi les priver de soins spécifiques. Avec des performances encore modérées, cet outil ne pouvait être utilisé comme outil de décision médicale

Cependant il était intéressant de noter que les performances de l'EGS-C à 10 items ne sont pas inférieures à l'ISAR et au TRST utilisés en pratique courante comme l'illustre le tableau V (17–19).

Enfin, les critères explorés par l'EGS-C à 10 items semblaient particulièrement pertinents dans l'évaluation du sujet âgé comme l'a démontré l'analyse du poids des variables. L'aspect locomoteur à travers l'antécédent de chute, absent de l'ISAR, semblait ainsi indispensable comme l'atteste le poids de 28.2% dans la prédiction de l'hospitalisation prolongée.

L'analyse du poids des variables a permis de mettre en évidence l'importance des items évaluant l'état de santé des patients dans la prédiction des hospitalisations prolongées, à 51.3%. Ce résultat était en concordance avec la première partie de notre étude.

De plus les variables démographiques contribuaient à 21.6% dans les prédictions de l'EGS-C à 10 items. Parmi ces variables, l'âge était prépondérant dans la capacité de prédiction (14.7%) et se positionnait devant le genre (6.9%).

Ces résultats sont en concordance avec une étude récemment menée, par Sourial & Al., qui s'est intéressée au poids des variables et à la contribution de celle-ci dans les tests prédictifs (38).

Cette étude a montré que les variables ayant le plus de poids dans la prédiction des incapacités des patients âgés étaient l'âge, le sexe et les pathologies chroniques. Les marqueurs de fragilité, quant à eux, ne participaient que modérément au niveau de prédiction des incapacités de chaque patient mais détenaient un rôle important car il s'agissait de variables modifiables. Ainsi l'équipe de Sourial a montré que les meilleurs marqueurs de fragilité chez les sujets âgés étaient la cognition, la mobilité, la nutrition, l'activité physique et la force.

Notre score était concordant et retrouvait deux marqueurs de fragilité cités par Sourial & Al. comme variables ayant un poids important dans la prédiction de la durée d'hospitalisation (38). En effet parmi les items évaluant l'état de santé des patients âgés, on retrouvait la cognition avec la désorientation temporelle et la mobilité avec les antécédents de chute. A la différence des résultats de Sourial & Al., dans notre étude ces items étaient ceux qui avaient le plus de poids en termes de prédiction. L'état de santé des patients représentait 51.3%, avec pour les antécédents de chutes 28.2% et pour la désorientation temporelle 5.8%.

Certaines limites de notre travail peuvent être évoquées.

La première était en lien avec la constitution de notre cohorte au sein du CHU d'Angers, c'est-à-dire le caractère mono centrique. Cette population n'était par conséquent pas représentative de toute la population.

La seconde est liée aux items sélectionnés. En effet, il est probable que d'autres critères associés avec une durée d'hospitalisation prolongée n'aient pas été inclus dans cet outil.

CONCLUSION

L'apport des réseaux neuronaux a permis une amélioration des capacités de prédiction de l'EGS-C. En effet, les résultats insuffisants de l'EGS-C à 6 items ont été accrus en passant de 6 à 10 items. Ces deux études participaient au développement d'un instrument de repérage des parcours de soins compliqués, l'EGS-C.

Cependant, la sensibilité de 62.7% ne permettait pas encore d'employer ce test dans la pratique courante comme outil de décision médicale. Les capacités de prédiction de l'EGS-C en 10 items étaient néanmoins comparables à celles des autres tests utilisés dans la pratique courante.

Ce travail a également permis de confirmer le poids des variables décrivant les pathologies chroniques et les données démographiques des patients dans la prédiction des hospitalisations prolongées.

L'association de ces deux résultats pourrait permettre de reconsidérer l'EGS-C à 10 items, selon le poids de certaines variables, c'est-à-dire stratifier selon l'âge ou le motif d'hospitalisation afin d'obtenir des performances supérieures. De plus, l'étude d'autres événements de santé tels que le risque d'institutionnalisation ou de décès après une hospitalisation au SAU pourrait étendre l'utilisation de cet outil.

BIBLIOGRAPHIE

1. Blanpain N, (France) I national de la statistique et des études économiques, Chardon O. Projections de population à l'horizon 2060 un tiers de la population âgé de plus de 60 ans. 2010 [cité 5 févr 2015]; Disponible sur: <http://www.cor-retraites.fr/IMG/pdf/doc-1810.pdf>
2. Boisguérin B, Valdelièvre H. Urgences: la moitié des patients restent moins de deux heures, hormis ceux maintenus en observation. 2014 [cité 5 févr 2015]; Disponible sur: <http://www.epsilon.insee.fr/jspui/handle/1/24834>
3. Aminzadeh F, Dalziel WB. Older adults in the emergency department: a systematic review of patterns of use, adverse outcomes, and effectiveness of interventions. *Ann Emerg Med.* mars 2002;39(3):238-47.
4. Barnett K, Mercer SW, Norbury M, Watt G, Wyke S, Guthrie B. Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: a cross-sectional study. *Lancet.* 7 juill 2012;380(9836):37-43.
5. Lim SC, Doshi V, Castasus B, Lim JKH, Mamun K. Factors causing delay in discharge of elderly patients in an acute care hospital. *Ann Acad Med Singapore.* janv 2006;35(1):27-32.
6. Covinsky KE, Palmer RM, Fortinsky RH, Counsell SR, Stewart AL, Kresevic D, et al. Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: increased vulnerability with age. *J Am Geriatr Soc.* avr 2003;51(4):451-8.
7. Ellis G, Whitehead MA, Robinson D, O'Neill D, Langhorne P. Comprehensive geriatric assessment for older adults admitted to hospital: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2011;343:d6553.
8. Li C-M, Chen C-Y, Li C-Y, Wang W-D, Wu S-C. The effectiveness of a comprehensive geriatric assessment intervention program for frailty in community-dwelling older people: a randomized, controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr.* févr 2010;50 Suppl 1:S39-42.
9. Van Craen K, Braes T, Wellens N, Denhaerynck K, Flamaing J, Moons P, et al. The effectiveness of inpatient geriatric evaluation and management units: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* janv 2010;58(1):83-92.

10. Rubenstein LZ, Stuck AE, Siu AL, Wieland D. Impacts of geriatric evaluation and management programs on defined outcomes: overview of the evidence. *J Am Geriatr Soc.* sept 1991;39(9 Pt 2):8S - 16S; discussion 17S - 18S.
11. Lang P-O, Heitz D, Hédelin G, Dramé M, Jovenin N, Ankri J, et al. Early markers of prolonged hospital stays in older people: a prospective, multicenter study of 908 inpatients in French acute hospitals. *J Am Geriatr Soc.* juill 2006;54(7):1031-9.
12. Libault D, Legrain S, Jeandel C, Burnel P, Von Lennep F. Comité national de pilotage sur le parcours de santé des personnes âgées en risque de perte d'autonomie - Rapport sur la mise en oeuvre des projets pilotes. 2013.
13. Bas P. Plan solidarité grand âge 2007-2012: <http://www.cnsa.fr>. IMGpdfplansolidaritegrand Age Pdf. 2006;
14. Graf CE, Zekry D, Giannelli S, Michel J-P, Chevalley T. Efficiency and applicability of comprehensive geriatric assessment in the emergency department: a systematic review. *Aging Clin Exp Res.* août 2011;23(4):244-54.
15. Graf CE, Zekry D, Giannelli S, Michel J-P, Chevalley T. Comprehensive geriatric assessment in the emergency department. *J Am Geriatr Soc.* oct 2010;58(10):2032-3.
16. McCusker J, Dendukuri N, Tousignant P, Verdon J, Poulin de Courval L, Belzile E. Rapid two-stage emergency department intervention for seniors: impact on continuity of care. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* mars 2003;10(3):233-43.
17. McCusker J, Bellavance F, Cardin S, Trépanier S, Verdon J, Ardman O. Detection of older people at increased risk of adverse health outcomes after an emergency visit: the ISAR screening tool. *J Am Geriatr Soc.* oct 1999;47(10):1229-37.
18. Meldon SW, Mion LC, Palmer RM, Drew BL, Connor JT, Lewicki LJ, et al. A brief risk-stratification tool to predict repeat emergency department visits and hospitalizations in older patients discharged from the emergency department. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* mars 2003;10(3):224-32.
19. Lee JS, Schwindt G, Langevin M, Moghabghab R, Alibhai SMH, Kiss A, et al. Validation of the triage risk stratification tool to identify older persons at risk for hospital admission and returning to the emergency department. *J Am Geriatr Soc.* nov 2008;56(11):2112-7.

20. Launay C, Annweiler C, de Decker L, Kabeshova A, Beauchet O. Early hospital discharge of older adults admitted to the emergency department: effect of different types of recommendations made by a mobile geriatric team. *J Am Geriatr Soc.* juin 2013;61(6):1031-3.
21. Beauchet O, Launay CP, Fantino B, Lerolle N, Maunoury F, Annweiler C. Screening for elderly patients admitted to the emergency department requiring specialized geriatric care. *J Emerg Med.* nov 2013;45(5):739-45.
22. Kabeshova A, Launay CP, Gromov VA, Annweiler C, Fantino B, Beauchet O. Artificial Neural Network and Falls in Community-Dwellers: A New Approach to Identify the Risk of Recurrent Falling? *J Am Med Dir Assoc.* 29 oct 2014;
23. Launay CP, de Decker L, Kabeshova A, Annweiler C, Beauchet O. Screening for older emergency department inpatients at risk of prolonged hospital stay: the brief geriatric assessment tool. *PloS One.* 2014;9(10):e110135.
24. Baxt WG. Application of artificial neural networks to clinical medicine. *Lancet.* 28 oct 1995;346(8983):1135-8.
25. Maguire PA, Taylor IC, Stout RW. Elderly patients in acute medical wards: factors predicting length of stay in hospital. *Br Med J Clin Res Ed.* 10 mai 1986;292(6530):1251-3.
26. Vetrano DL, Landi F, De Buysier SL, Carfi A, Zuccalà G, Petrovic M, et al. Predictors of length of hospital stay among older adults admitted to acute care wards: a multicentre observational study. *Eur J Intern Med.* janv 2014;25(1):56-62.
27. Onder G, van der Cammen TJM, Petrovic M, Somers A, Rajkumar C. Strategies to reduce the risk of iatrogenic illness in complex older adults. *Age Ageing.* mai 2013;42(3):284-91.
28. O'Connor MN, Gallagher P, Byrne S, O'Mahony D. Adverse drug reactions in older patients during hospitalisation: are they predictable? *Age Ageing.* nov 2012;41(6):771-6.
29. O'Keeffe E, Mukhtar O, O'Keeffe ST. Orientation to time as a guide to the presence and severity of cognitive impairment in older hospital patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* mai 2011;82(5):500-4.
30. Lisboa PJG. A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention. *Neural Netw Off J Int Neural Netw Soc.* janv 2002;15(1):11-39.
31. Lisboa PJG. Neural networks in medical journals: current trends and implications for BioPattern. *Proc 1st European Workshop on Assessment of Diagnostic Performance [Internet].* 2004 [cité 5 févr 2015]. p. 99-112.

32. Baxt WG, Skora J. Prospective validation of artificial neural network trained to identify acute myocardial infarction. *Lancet*. 6 janv 1996;347(8993):12-5.
33. Akl A, Ghoneim MA. Forecasting the Clinical Outcome: Artificial Neural Networks or Multivariate Statistical Models? [Internet]. INTECH Open Access Publisher; 2011 [cité 5 févr 2015]. Disponible sur: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/14897.pdf>
34. Byrne DG, Chung SL, Bennett K, Silke B. Age and outcome in acute emergency medical admissions. *Age Ageing*. nov 2010;39(6):694-8.
35. Hastings SN, Whitson HE, Purser JL, Sloane RJ, Johnson KS. Emergency department discharge diagnosis and adverse health outcomes in older adults. *J Am Geriatr Soc*. oct 2009;57(10):1856-61.
36. Di Iorio A, Longo A, Mitidieri Costanza A, Palmerio T, Benvenuti E, Giardini S, et al. Factors related to the length of in-hospital stay of geriatric patients. *Aging Milan Italy*. juin 1999;11(3):150-4.
37. Hustey FM, Mion LC, Connor JT, Emerman CL, Campbell J, Palmer RM. A brief risk stratification tool to predict functional decline in older adults discharged from emergency departments. *J Am Geriatr Soc*. août 2007;55(8):1269-74.
38. Sourial N, Bergman H, Karunanathan S, Wolfson C, Payette H, Gutierrez-Robledo LM, et al. Implementing frailty into clinical practice: a cautionary tale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;glt053.

Liste des Figures

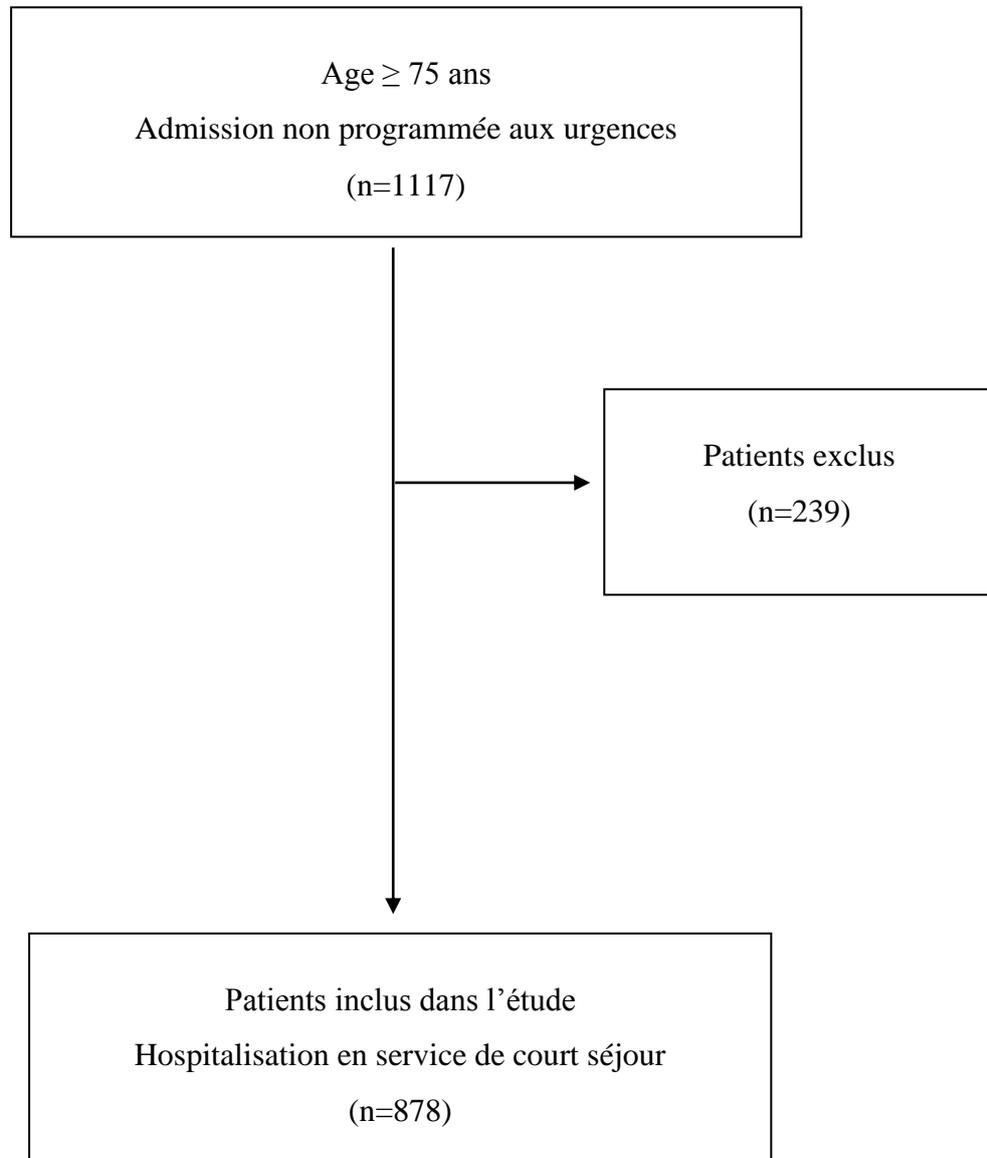
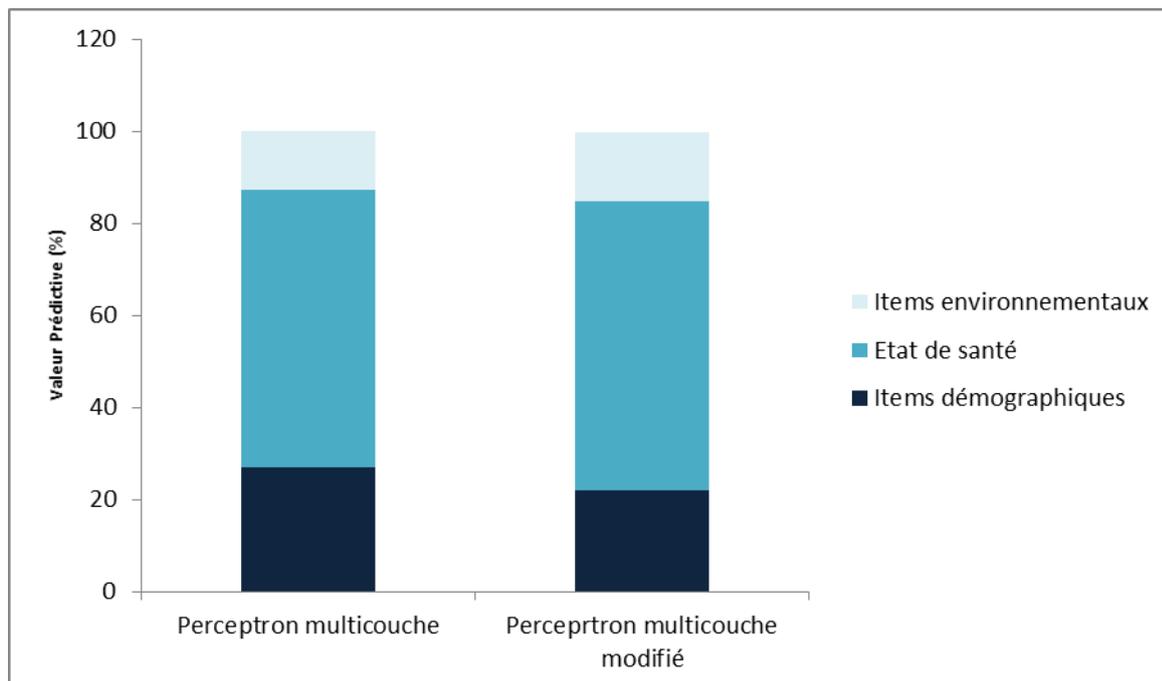


Figure 1.

Diagramme de flux de la sélection des patients inclus dans l'étude, pour EGS-C en 6 items



Items de l'EGS-C en 6 items	Proportion relative des valeurs prédictives	
	Perceptron Multicouche	Perceptron Multicouche Modifié
Items démographiques	27.0	22.0
Age	0.5	0.4
Homme	26.5	21.6
Items en lien avec l'état de santé	60.3	62.9
Polymédication*	3.4	1.7
Antécédents de chutes†	5.9	19.2
Désorientation‡	51.1	42
Items environnementaux	12.7	15.0
Absence d'aide à domicile¶	12.7	15.0

Figure 2.

Contribution absolue et relative des items de l'EGS-C en 6 items en valeur de K Kappa Cohen pour les perceptrons multicouches modifiés (n=878)

* : Défini par le nombre de traitement quotidien au-dessus de 4

†: Antécédent de chute dans les 6 mois

‡: Incapacité à donner le mois et/ou l'année

¶ : Vivre seul sans utiliser d'aide formelle ou informelle à domicile ou d'aide sociale

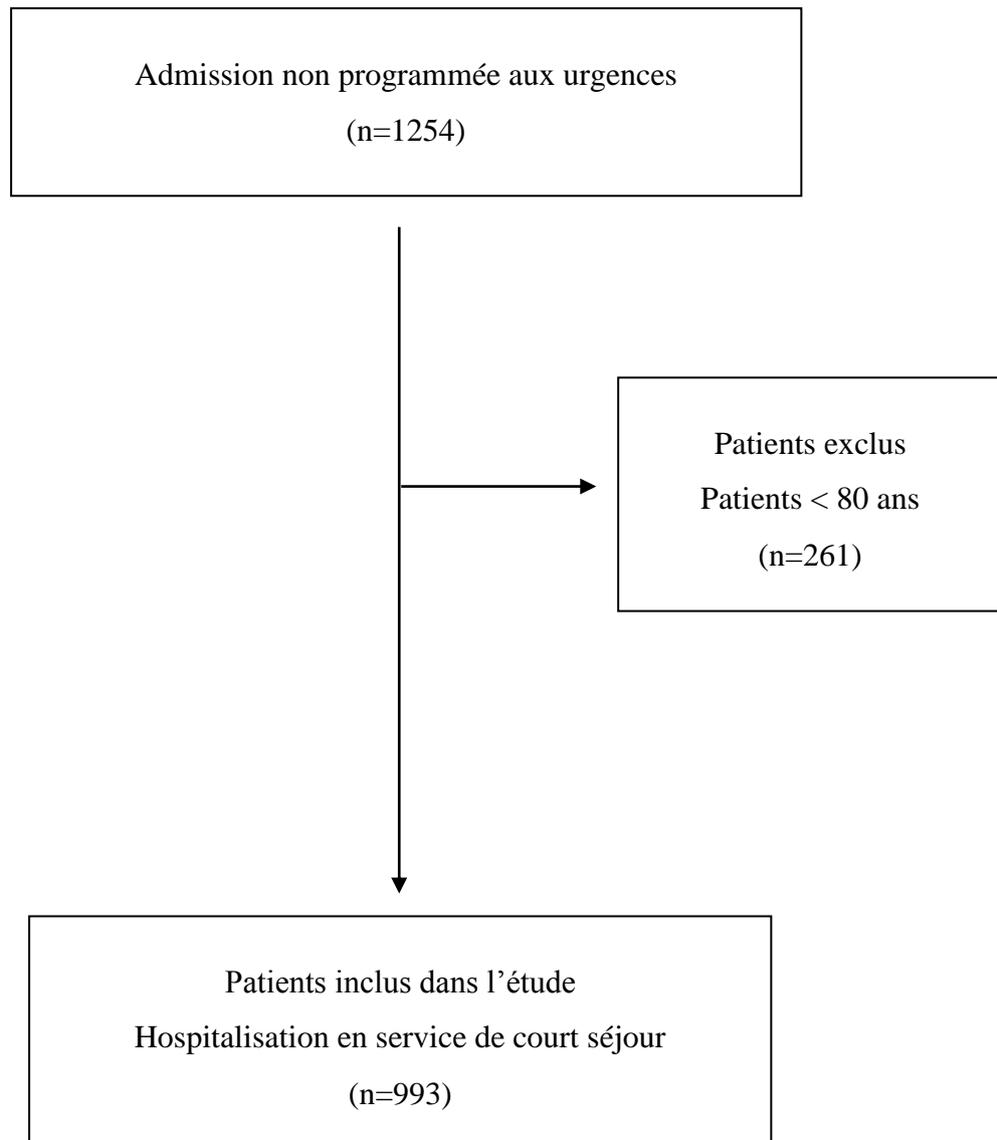
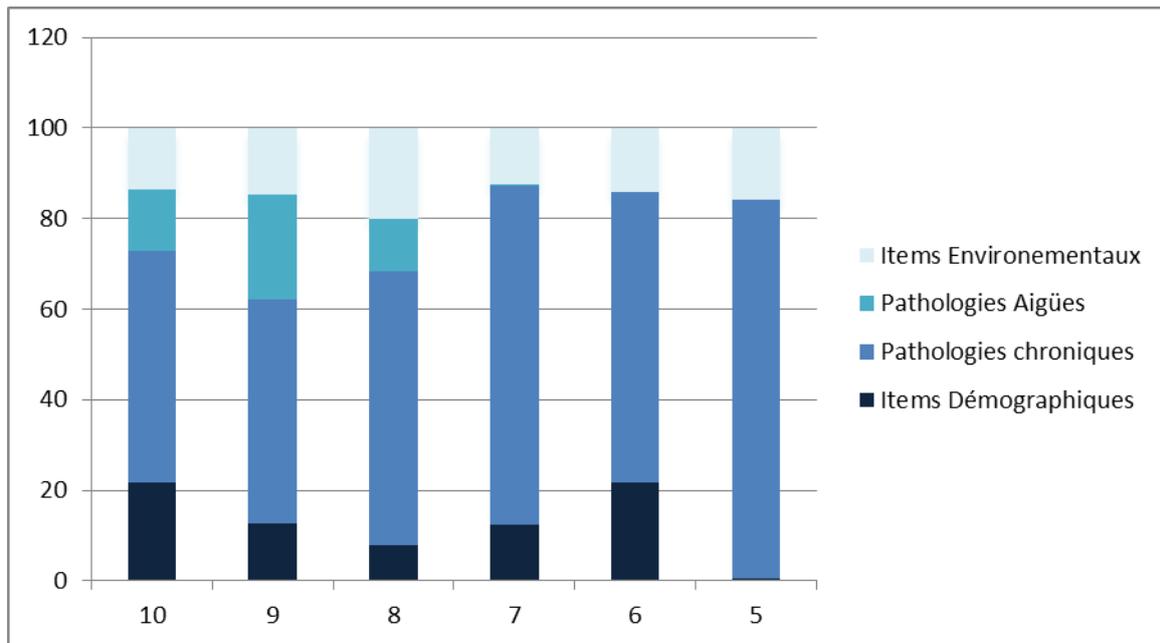


Figure 3.

Diagramme de flux de la sélection des patients inclus dans l'étude pour EGS-C en 10 items



Contribution relative des items

Nombre d'items dans le perceptron multicouche modifié*

Items	10	9	8	7	6	5
Items démographiques	21.6	12.8	7.8	12.3	21.6	0.4
Age (> 80ans)	14.7	0.3	-	-	-	-
Homme	6.9	12.5	7.8	12.3	21.6	0.4
Pathologies Chroniques	51.3	49.4	60.6	74.9	64.2	83.8
Polymédication†	12.9	28.6	19.5	23.4	5.4	25.8
Traitements psychoactifs‡	4.5	2.3	16.7	13.6	0.3	-
Antécédents de chutes¶	28.2	8.5	8.9	10.8	33.9	18.8
Désorientation#	5.8	10.1	15.4	27.1	24.5	39.2
Pathologies Aigües	13.5	23.1	11.4	0.3	-	-
Insuffisance d'organe aigüe	13.2	23.1	11.4	0.3	-	-
Motif d'admission§	0.3	-	-	-	-	-
Items environnementaux	13.7	14.6	20.2	12.4	14.3	15.8
Absence d'aide à domicile**	6.3	3.1	20.0	12.4	14.3	15.8
Vivre à domicile	7.4	11.5	0.2	-	-	-

Figure 4.

Contribution absolue et relative des items de l'EGS-C modifié en valeur de K Kappa Cohen pour les perceptrons multicouches modifiés (n=993)

*: Combinaisons comprenant au moins 10 patients étaient considérées

†: Défini par le nombre de traitement quotidien au-dessus de 4

‡: Utilisation de benzodiazépines ou antidépresseur ou neuroleptiques

¶: Antécédent de chute dans les 6 mois

#: Incapacité à donner le mois et/ou l'année

§: Séparé en quatre sous-groupes base sur la prévalence de chaque pathologie dans l'échantillon de patients: pathologies cardio-vasculaires, respiratoires, digestives, neuropsychiatriques et autres pathologies aigues

** : Vivre seul sans utiliser d'aide formelle ou informelle à domicile ou d'aide sociale

Liste des Tableaux

Tableau I.

Caractéristiques de base des patients séparés en groupe d'entraînement et groupe test pour une EGS-C en 6 items (n=878)

Caractéristiques	Entraînement (n=702)	Test (n=176)	Valeur de p*
Age (années)			
Moyenne±DS	85.1±6.1	85.2±5.7	0.945
≥85 ans	389 (55.4)	100 (56.8)	0.737
Hommes, n(%)	283 (40.3)	79 (44.9)	0.270
Nombre de traitement quotidien			
Moyenne±DS	6.8±3.2	6.5±3.1	0.939
≥5, n(%)	500 (71.2)	134 (76.1)	0.193
Utilisation de traitement psycho actif‡, n(%)	337 (48.0)	78 (44.3)	0.381
Antécédent de chute dans les 6 mois, n(%)	438 (62.4)	110 (62.5)	0.979
Désorientation temporelle‡, n(%)	254 (36.2)	73 (41.5)	0.194
Absence d'aide formelle ou informelle¶	216 (30.8)	54 (30.7)	0.982
Vivre à domicile	501 (71.4)	124 (70.5)	0.811

Insuffisance d'organe aigüe	403 (57.4)	92 (52.3)	0.219
Insuffisance d'organe aigüe comme motif d'admission aux urgences, n(%)			
Pathologies cardio-vasculaire, n(%)	81 (11.5)	13 (7.4)	0.111
Pathologies respiratoire, n(%)	64 (9.1)	17 (9.7)	0.824
Pathologies digestive, n(%)	44(6.3)	18 (10.2)	0.067
Pathologies neuropsychiatrique, n(%)	88 (12.5)	34 (19.3)	0.02
Pathologies autres, n(%)	425 (60.5)	94 (53.4)	0.085
Durée d'hospitalisation, (jours)			
Moyenne±DS	9.1±9.1	10.3±9.7	0.107
≥13 jours	166 (23.6)	54 (30.7)	0.054

Tableau II.

Valeur pronostique des réseaux neuronaux (RN) (perceptron multicouche et perceptron multicouche modifié) pour une EGC-C en 6-items et une durée d'hospitalisation prolongée*

	Perceptron Multicouche	Perceptron Multicouche Modifié
Sensibilité (%)	13.2	20.5
Spécificité (%)	97.6	96.1
VPP	64.4	63.4
VPN	77.1	78.3
AUC	69.9	71.2

VPP : Valeur prédictive positive;

VPN : Valeur prédictive négative ;

AUC : Aire under de curve soit Aire sous la courbe.

* : Définit par le plus grand tertile de durée d'hospitalisation (> 13 jours);

Tableau III.

Caractéristiques de base des patients séparés en groupe d'entraînement et groupe test pour une EGS-C en 10 items (n=993)

Caractéristiques	Entraînement (n=794)	Test (n=199)	Valeur de p*
Age (années)			
Moyenne±DS	87.1±4.6	86.8±4.6	0.926
≥85 ans	540 (61.1)	130 (58.8)	0.524
Hommes, n(%)	300 (33.9)	84 (38.0)	0.287
Nombre de traitement quotidien			
Moyenne±DS	6.8±3.2	6.5±3.1	0.939
≥5, n(%)	602 (68.1)	152 (68.8)	0.941
Utilisation de traitement psychoactif‡, n(%)	416 (47.1)	104 (47.1)	0.999
Antécédent de chute dans les 6 mois, n(%)	314 (35.5)	71 (32.1)	0.358
Désorientation temporelle‡, n(%)	284 (32.1)	68 (30.8)	0.735

Absence d'aide formelle ou informelle¶	161 (18.2)	45 (20.4)	0.529
Vivre à domicile	510 (57.7)	130 (58.8)	0.837
Insuffisance d'organe aigüe	500 (56.6)	126 (57.0)	0.994
Insuffisance d'organe aigüe comme motif d'admission aux urgences, n(%)			
Pathologies cardio-vasculaire, n(%)	113 (12.8)	15 (6.8)	0.163
Pathologies respiratoire, n(%)	95 (10.7)	29 (13.1)	0.338
Pathologies digestive, n(%)	79 (8.9)	23 (10.4)	0.591
Pathologies neuropsychiatrique, n(%)	55 (6.2)	19 (8.6)	0.268
Pathologies autres, n(%)	452 (51.1)	113 (51.1)	0.999
Durée d'hospitalisation, (jours)			
Moyenne±DS	8.9±8.6	8.6±7.6	0.440
≥13 jours	235 (26.6)	64 (29.0)	0.999

DS : Dérivation standard

*: Comparison based on Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

†: Utilisation de benzodiazépines ou antidépresseur ou neuroleptiques

‡: Incapacité à donner le mois et/ou l'année

¶: Formelle (Professionnel médical, paramédical ou social) ou informelle (famille et/ou amis)

Tableau IV.

Valeur pronostique des réseaux neuronaux (RN) (perceptron multicouche et perceptron multicouche modifié) pour une EGC-C en 10-items et une durée d'hospitalisation prolongée*

Perceptron Multicouche Modifié	
Sensibilité (%)	62.7
Spécificité (%)	96.6
VPP	87.0
VPN	87.5
LR+	18.2
AUC	90.5

VPP : Valeur prédictive positive;

VPN : Valeur prédictive négative ;

LR+ : Likelihood ration of positive test soit rapport de vraisemblance positif ;

AUC : Aire under de curve soit Aire sous la courbe.

* : Définit par le plus grand tertile de durée d'hospitalisation (> 13 jours);

Tableau V.

Résumé des sensibilités et spécificités des scores de l'ISAR, du TRST et de l'EGS-C en 10 Items.

	Sensibilité	Spécificité
	(%)	(%)
ISAR (17)	72	58
TRST (19)	62	57
ECS-C 10 items	62.7	96.6

TABLE DES MATIERES

Liste des enseignants de la Faculté.....	2
Composition du Jury.....	5
Remerciements.....	6
Abréviations.....	10
Plan.....	11
Introduction.....	12
Matériel et Méthodes.....	16
1- Plan de l'étude.....	16
2- Critères de jugement.....	16
2.1- Critère de jugement principal.....	16
2.2- Evaluation des co-variables.....	17
3- Analyse statistique.....	17
4- Poids des variables.....	18
5- Critères éthiques.....	18
Résultats.....	19
Discussion.....	21
2 ^{ème} Partie.....	24
Méthodologie.....	25
1-Plan de l'étude.....	25
2-Critères de jugement.....	25
2.1- Critère de jugement principal.....	25
2.2- Evaluation des co-variables.....	25
3-Analyse statistique.....	26
Résultats.....	27
Discussion.....	29
Conclusion.....	32

Bibliographie.....	33
Liste des figures.....	37
Liste des Tableaux.....	43
Table des matières.....	50
Annexes 1.....	52
Annexe 2.....	57

ANNEXE 1.

CP. Launay, H. Rivière, A. Kabeshova, C. Vilcocq-Merjagnan, O. Beauchet. Older emergency department users at risk of prolonged length hospital stay: are artificial neural networks helpful for their screening?

Title: Older emergency department users at risk of prolonged length hospital stay: are artificial neural networks helpful for their screening?

Short title: Screening for prolonged length hospital stay

Journal section: Letters to the Editor

Author's names and surnames: C.P. Launay, MD, MS¹; Hélène Riv  re, MD¹; A. Kabeshova, MS¹; Christine Vilcocq-Merjagnan, MS²; O. Beauchet, MD, PhD^{1,2}

Institutions: 1: Department of Neuroscience, Division of Geriatric Medicine, UPRES EA 4638, UNAM, Angers University Hospital, Angers, France; Biomathics, Paris, France

Characters count: 5887

Table count: 0

Figure count: 1

Reference count: 6

Key words: geriatric assessment, screening tool, hospital stay, emergency department, older adults

Correspondence to: Olivier Beauchet, MD, PhD; Department of Neuroscience, Division of Geriatric Medicine, Angers University Hospital, 49933 Angers cedex 9, France; E-mail: olbeauchet@chu-angers.fr; Phone: ++33 2 41 35 45 27; Fax: ++33 2 41 35 48 94

Older (i.e., aged 65 years and older) Emergency department (ED) users are more likely to be admitted to acute care wards after their ED visit and to have a prolonged length hospital stay (LHS) compared to younger patients (1-3). Prolonged LHS has been associated with greater prevalence of in-hospital morbidity and mortality and increased health expenditures (1,2). Reducing LHS of older ED users is, therefore, a challenge faced by hospitals. Early screening upon ED admission of older ED users at risk of prolonged LHS is a solution to reduce LHS (3,4). It has been reported using linear mathematical models that 6-item Brief Geriatric Assessment (BGA) predicted prolonged LHS but that its prognostic value was poor (3). Because prolonged LHS results from interaction of multiple variables, it may be considered as a chaotic event (1-4). Artificial neural networks (ANNs) are computational non-linear data modelling tools developed to overcome limitations of linear models which are capable of machine learning and pattern recognition, and thus they are adapted to predict chaotic events (5). We hypothesized that ANNs could improve the prognostic value for prolonged LHS of 6-item BGA. We had the opportunity to examine performance criteria (i.e., sensitivity, specificity, positive predictive value [PPV], negative predictive value [NPV], area under receiver operating characteristic curve [AUROC]) of the 6-item BGA for the prediction of prolonged LHS using ANNs and 2013 database of mobile geriatric team of Angers university hospital, France. The aims of this study were to examine performance criteria of the 6-item BGA for the prediction of prolonged LHS using ANNs among a sample of older adults hospitalized in acute care wards after an ED visit, and to describe the contribution of each BGA item in the AUROC value.

Based on a prospective observational cohort design, 878 older inpatients (mean age 85.1 ± 6.0 years; 58.8% female) were recruited upon their ED admission in 2013 and discharged in acute care wards of Angers University Hospital, were included in this study. The inclusion criteria for the present analysis were: hospitalization in acute care wards after an ED visit, age of 75 years and over, and willingness to participate in research. The study procedure has been previously described in detail (3). Briefly, at baseline assessment, a BGA was performed and included the following 6 items: age ≥ 85 years, male gender, polypharmacy (i.e., ≥ 5 drugs per day), use of home-help services, history of falls in previous 6 months and temporal disorientation (i.e., inability to give the month and/or year). All items corresponded to a question with a forced choice in closed-ended format (i.e., yes or no). The LHS was prospectively calculated in number of days. The prolonged LHS was defined as being in the highest tertile of LHS (i.e., > 13 days in sample of participants). Two feed forward ANNs were used: multilayer perceptron (MLP) and modified MLP (6). The study was conducted in

accordance with the ethical standards set forth in the Helsinki Declaration (1983). The study protocol was approved by the Ethical Committee of Angers, France. Sensitivity, specificity, PPV, NPV, and AUROC were calculated for both ANNs. Absolute value and relative proportion (expressed in percentage) of each BGA item in the AUROC value were also calculated.

For MLP sensitivity was low (13.2%), whereas specificity (97.6%), PPV (64.4), NPV (77.1) and AUROC (69.9) were higher. Modified MLP had also a low sensitivity (20.5%) but a high specificity (96.1%), PPV (63.4), NPV (78.3) and AUROC (71.2). As shown in Figure 1, items reflecting health status (i.e., items polypharmacy, history of falls in previous 6 months and temporal disorientation) contributed in large part to the AUROC value (60.3% for MLP and 62.9% for modified MLP) compared to demographic items (i.e. age and gender; 27.0% for MLP and 22.0% for modified MLP) and environmental items (i.e., use of home-help services; 12.7% for MLP and 15.0% for modified MLP).

Our results show that performance criteria of the 6-item BGA for the prediction of prolonged LHS using ANNs analysis were poor for a screening tool because of a low sensitivity, and that health items contributed in large part to AUROC value. Both ANNs models showed a low sensitivity. This low probability to correctly identify inpatients with prolonged LHS may lead to missclassification of inpatients truly at risk. Such misclassification would be unacceptable as it may expose a part of older ED users to inadequate care. Thus, in its actual form 6-item BGA is not an accurate screening tool for the prediction of prolonged LHS when using it upon ED admission. This inconclusive result could be related to the low number of items. Indeed, ANNs probably need a higher number of items than 6 to provide valid and consistent results (5,6). Our results also underscored that health status, and more precisely surrogate measures of acute and chronic diseases used in BGA (i.e., items polypharmacy, history of falls in previous 6 months and temporal disorientation), contribute in main part of prolonged LHS compared to demographic and environmental measures. Disability related to acute and chronic diseases could explain this association with prolonged LHS (1-4).

Performing the 6-item BGA in a large sample of participants and the cohort design based on prospective collection of data are the main strengths of this study. However, some limitations need to be considered. First, participants were included from a single centre in France and, thus they were probably not be representative of all older adults admitted to hospitals. Second, important items related to prolonged LHS could have been forgotten. Increasing the number of BGA items could improve the performance criteria of this tool for the prediction of prolonged LHS, and thus needs to be tested.

REFERENCES

1. Aminzadeh F, Dalziel WB. Older adults in the emergency department: a systematic review of patterns of use, adverse outcomes, and effectiveness of interventions. *Ann Emerg Med.* 2002;393:238-247.
2. Xu KT, Nelson BK, Berk S. The changing profile of patients who used emergency department services in the United States: 1996 to 2005. *Ann Emerg Med.* 2009;546:805-810.
3. Launay CP, de Decker L, Kabeshova A, Annweiler C, Beauchet O. Screening for older emergency department inpatients at risk of prolonged hospital stay: the brief geriatric assessment tool. *Plos One.* 2014; 9:e110135.
4. Launay CP, Annweiler C, Delanoe-Telfour L, de Decker L, Kabeshova A, Beauchet O. Mobile geriatric team advice: effect on length of hospital stay in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2014;62:390-391.
5. Baxt WG. Application of artificial neural networks to clinical medicine. *Lancet* 1995;346: 1135-1138.
6. Stanley KO, Miikkulainen R. Evolving neural networks through augmenting topologies. *Evol. Comput.* 2002;10: 99-127.

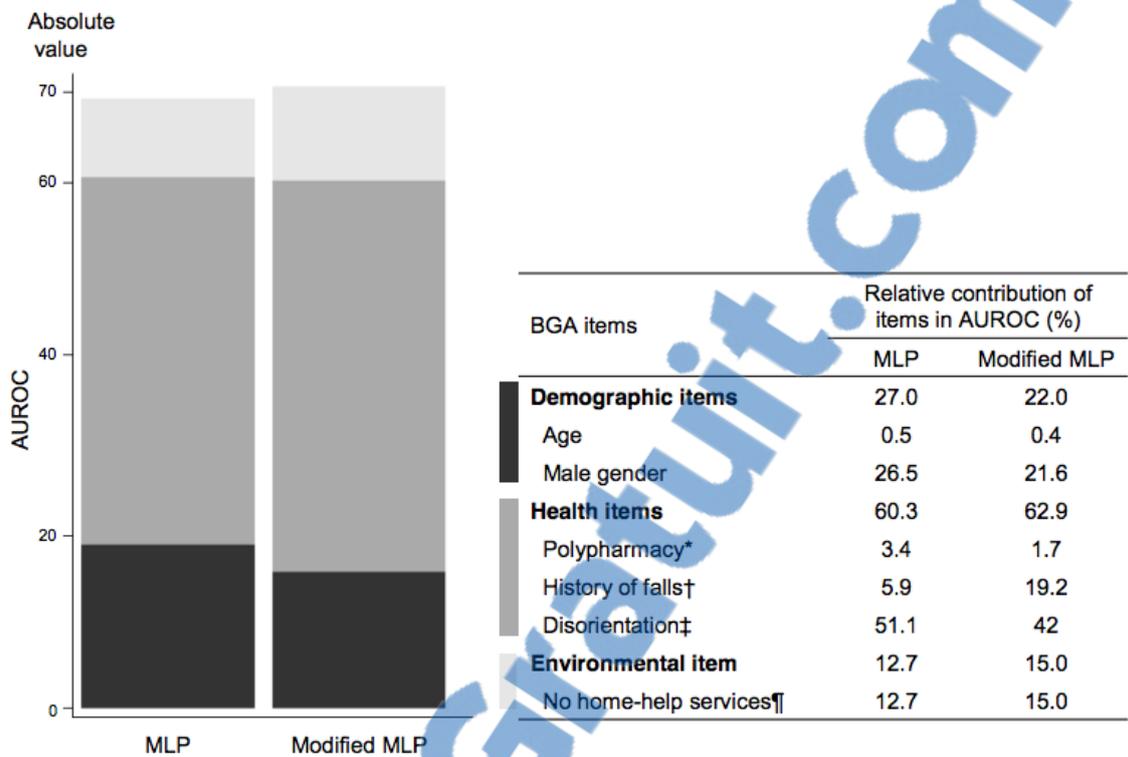


Figure 1. Contribution of 6-item brief geriatric assessment items in area under receiver operating characteristic curve value, expressed in absolute and relative value (i.e., percentage), for multilayer perceptron and modified multilayer perceptron (n=878)

AUROC: area under receiver operating characteristic curve

MLP: multilayer perceptron

BGA: brief geriatric assessment

*: defined by a number of drugs taken per day above 4

†: history of falls in the past 6 months

‡: inability to give the month and/or year.

¶: living alone without using any formal or informal home services and social help

ANNEXE 2.

CP. Launay, H. Rivière, A. Kabeshova, C. Annweiler, O. Beauchet. Artificial neural network-based method to screen for prolonged hospital stay in older inpatients: results from a geriatric cohort study.

Artificial neural network-based method to screen for prolonged hospital stay in older inpatients: results from a geriatric cohort study

CP Launay, MD, MS¹

H Rivière, MD¹

A Kabeshova, MS¹

C Annweiler, MD, PhD^{1,2}

O Beauchet, MD, PhD^{1,3}

1: Department of Neuroscience, Division of Geriatric Medicine, UPRES EA 4638, UNAM, Angers University Hospital, Angers, France; 2: Robarts Research Institute, Department of Medical Biophysics, Schulich School of Medicine and Dentistry, the University of Western Ontario, London, ON, Canada; 3: Biomathics, Paris, France

Running head: Screening for risk of prolonged hospital stay

Abstract: 319

Words: 2231

Table: 2

Figures: 1

References: 28

Key word: artificial neural network, inpatients, elderly, screening, length of hospital stay

Correspondence to: Olivier Beauchet, MD, PhD; Department of Neuroscience, Division of Geriatric Medicine, Angers University Hospital, 49933 Angers cedex 9, France; E-mail: olbeauchet@chu-angers.fr; Phone: ++33 2 41 35 45 27; Fax: ++33 2 41 35 48 94

ABSTRACT

Background. The aims of this study were 1) to examine performance criteria (i.e., sensitivity, specificity, positive predictive value [PPV], negative predictive value [NPV], likelihood ratios [LR], area under curve [AUC]) of a 10-item brief geriatric assessment (BGA) for the prediction of prolonged length hospital stay (LHS) using artificial neural networks (ANNs) in geriatric patients hospitalized in acute care wards; 2) to describe the contribution of each BGA item to predictive accuracy measured with AUC.

Methods. A total of 993 geriatric inpatients in acute care wards were included in this prospective cohort study. The day of hospital admission and the following variables were recorded: demographics (age >85years, and male gender), chronic conditions (polypharmacy, use psychoactive drugs, history of falls, and temporal disorientation [i.e., inability to give the month and/or year]), acute conditions (i.e., acute organ failure, and reasons for admission) and environment (place of life [i.e., home versus institution], and use home-help services). The LHS was recorded in number of days using the hospital registry. Two feed forward ANNs (multilayer perceptron [MLP], and modified MLP) were conducted.

Results. Predictive performance depended on the number of items and the type of ANNs used, the best performance being reported with the modified MLP involving 10 items (sensitivity=62.7%; specificity=96.6%; PPV=87.1; NPV=87.5; LR+=18.2; AUC=90.5.0). The contribution of each item changed with the number of items included. In 10-item modified MLP model, chronic conditions had the highest contribution (51.3%), followed by demographics (21.6%), environment (13.7%) and acute conditions (13.4%).

Conclusions. The 10-item BGA using modified MLP was able to accurately predict prolonged LHS. Chronic conditions were the main contributors.

INTRODUCTION

Prolonged length of hospital stay (LHS) in acute care wards is a growing adverse outcome in geriatric inpatients, especially in the oldest ones (i.e., aged 80 years and over) (1-4).

Prolonged LHS has been associated with greater prevalence of in-hospital morbidity and mortality and increased health expenditures, explaining why previous studies attempted to develop screening tools to identify older inpatients at risk of prolonged LHS (5-7). Interest in these screening tools is rising because they could be useful to target resources and interventions for vulnerable inpatients (7-10).

Recently, we have developed a screening tool called "6-item brief geriatric assessment" (BGA), which can be easily used in clinical routine by non-geriatricians (5,6,10).

Unfortunately, whereas items and their combinations were associated with a greater risk of prolonged LHS, their prognostic value remained poor (5). Such inconclusive result could be related to the linear statistical models we used to predict prolonged LHS. Prolonged LHS results from a complex interplay between multiple health and socio-environmental factors (1-9). Thus, it may be considered as a "chaotic" event (i.e., an inherent unpredictable event in a complex system). Until now, prediction of prolonged LHS was exclusively based on linear statistical models, which are yet not adapted to chaotic events (11,12). In contrast, artificial neural networks (ANNs) are data analysis tools adapted for the prediction of chaotic events (11-14). ANNs have already been used for the identification of the several adverse health events (13,14). To the best of our knowledge, no study has used ANNs yet to predict prolonged LHS. In parallel, another explanation for the inconclusive results of 6-item BGA regarding the prediction of prolonged LHS could be related to the low number of items involved in the tool. It has been reported that the likelihood of prolonged LHS increased with the number of risk factors (10,15). In general, screening tools do not exceed 10 items (16). We thus hypothesised that increasing the number of items of the BGA from 6 to 10, together with using ANNs, could improve the accuracy and performance (i.e., sensitivity, specificity, positive predictive value [PPV], negative predictive value [NPV], likelihood ratios of positive [LR+] and negative [LR-] tests, area under curve [AUC]) of BGA for the prediction of prolonged LHS. The aims of this study were 1) to examine the performance of a 10-item BGA for the prediction of prolonged LHS using ANNs in geriatric inpatients in acute care wards; and 2) to describe the contribution of each BGA item to predictive accuracy measured with AUC.

MATERIAL AND METHODS

Participants

In 2012, based on a prospective observational cohort design, 1254 participants were recruited upon their hospitalization in Angers University Hospital, France. The study procedure of recruitment has been previously described in detail (5). The inclusion criteria for the present analysis were: hospitalization in acute care wards after an emergency department (ED) visit, age of 80 years, and over and willingness to participate in research. In final, a set of 933 inpatients was recruited.

Assessment of participants

The 6-item BGA was performed upon the ED admission. It was composed of the following items: age coded as a binary variable (i.e., $>$ or $<$ 85 years), gender, polypharmacy defined as ≥ 5 drugs per day, use of formal and/or informal home-help services coded as a binary variable (i.e., yes or no), history of falls in previous 6 months coded as a binary variable (i.e., yes or no), and temporal disorientation defined as the inability to give the month and/or year coded as a binary variable (i.e., yes or no). In addition to 6-item BGA, the place of life (i.e., home versus institution) and the reasons for ED admission were also recorded. Reasons for ED admission were categorized using two complementary approaches. First, we distinguished acute organ failure versus non-acute organ failure. Second, we specified the nature of the acute organ failure in four subgroups based on the prevalence of related diseases in the sample of participants: cardio-vascular diseases, respiratory diseases, digestive diseases, neuropsychiatric diseases and other acute diseases (5). The use of psychoactive drugs including benzodiazepines, antidepressants or neuroleptics, was also noted. We chose these additional items because each of them has separately been associated with prolonged LHS (17-20).

Definition of endpoints

The LHS was calculated using the administrative registry of the University Hospital and corresponded to the delay in days between the day of ED admission and the last day of hospitalization in acute care medical wards. Prolonged LHS was defined as being in the highest tertile of LHS (i.e., > 13 days in the studied sample).

Standard Protocol Approvals, Registrations, and Participant Consents

The study was conducted in accordance with the ethical standards set forth in the Helsinki Declaration (1983). All participants recruited in this study provided a verbal informed consent because the study did not change the usual clinical practice. The verbal informed consent was obtained from the patients themselves in the presence of their trusted person, usually a family member, who helped them to make decision. The participant consent was recorded in the digital file of patients. The entire study protocol and the consent procedure were approved by the Ethical Committee of Angers, France.

Statistical analysis

Two feed forward ANNs were used: multilayer perceptron (MLP) and modified MLP (21). The “*neuralnet: Training of neural networks*” R package was used for MLP (22). In addition, we developed an algorithm to find the best MLP architecture (23). This algorithm identified a modified MLP with 4 layers: one input layer, 2 hidden layers and one output layer. Nodes from one layer are connected to all nodes in the following layer, but there were no lateral connections within layer. The output layer comprised one neuron, indicating the presence or absence of prolonged LHS. A total of 10 input neurons corresponding to items of 6-item BGA plus place of life, use of psychoactive drugs, reasons for admission, presence or not of an acute organ failure were used. To perform ANNs analyzes, the sample of participants was split in two subgroups (i.e., a training group and a testing group). Between-group comparisons were performed using Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction. Performance criteria were: sensitivity, specificity, PPV, NPV, LR+, LR-, and AUC). Absolute value and relative proportions (expressed in percent) of each BGA item in predictive accuracy measured with AUC were also calculated. All statistics were performed using R 3.1.0 and NetBeans IDE 8.0.

RESULTS

As shown in Table 1, there was no significant difference between training and testing groups. Performance depended on the number of items and the type of ANNs used, the best predictive performance being reported with modified MLP involving all 10 items (Table2). For this 10-item model, sensitivity (62.7%), specificity (96.6%), PPV (87.0), NPV (87.5), LR+ (18.2) and AUC (90.5) had the highest values. Absolute and relative contributions of each item in predictive accuracy measured with AUC using modified MLP are described in Figure 1. This

figure shows that the contribution of each category of items (i.e., demographics, chronic conditions, acute conditions, and environment) changed with the number of variables introduced in the model. In 10-item modified MLP, chronic conditions had the highest contribution (51.3%) followed by demographics (21.6%), environment (13.7%) and acute conditions (13.4%).

DISCUSSION

Our results show that performance of a 10-item BGA for the prediction of prolonged LHS increased with the number of items used by ANNs, and that the best performance was reported with modified MLP involving 10 items. Predictive accuracy depended on the interactions between the BGA items, with distribution and weight varying according to the number of items used.

As hypothesized, we reported an improvement in performance of 10-item BGA for the prediction of prolonged LHS while the number of BGA items increased and while using modified MLP. Sensitivity, specificity, PPV, NPV, and LR+ of modified MLP were greater than those reported with MLP and than those previously shown with linear statistic models (5). Values reported in our study provided effective information on the risk of prolonged LHS. For instance, the LR+ was 15.0, meaning that inpatients with a prolonged LHS were 15 times more likely to have a positive test compared to those with shorter LHS. In contrast, classical linear statistical approach using similar but fewer items (e.g., only 6 items in previous BGA) showed LR+ of 5.5 at the best (5). Improved prediction may be explained by the fact that all chosen items have been separately associated with prolonged LHS (15-20). Furthermore, it has been reported that using numerous variables is required to obtain reliable and consistent results with non-linear statistical models such as ANNs (11-14,21,22). Even if sensitivity was higher than previously reported (5), its value remained low at 62.7%, exposing to higher false negative rate (i.e. predicting short LHS in patients with prolonged LHS). Such error of classification of inpatients would be unacceptable as it may expose them to inadequate quality of care. Indeed, the main objective of prediction of prolonged LHS is to identify inpatients who require adapted care plan to prevent adverse hospital outcomes ranging from prolonged LHS to death (6-10). Thus, not providing the best care to inpatients at risk may have adverse side effects. Furthermore, the proposed tool should be viewed as a screening tool and thus its main quality should be sensitivity rather than specificity, which was not the case in our study.

The second main result of our study is the variation of distribution and weight of BGA items in contribution of predictive accuracy. This result is probably due to interaction between items, which are direct or indirect markers of health status. For instance, polypharmacy is considered as a surrogate measure of multimorbidities since a significant association between the Cumulative Illness Rating Scale geriatric form (CIRS-G) score and the number of drug classes daily taken has been reported (24). Similarly, among 10 items, history of falls and disorientation illustrated frequent geriatric syndromes and were markers of chronic conditions, respectively gait and cognitive disorders (25,26). This accumulation of chronic conditions leads to a medical vulnerability of inpatients exposing to greater risk of prolonged LHS (5,27), and thus may explain that this category of items had the highest proportion in value of AUC (51.3% in 10-item combination). Older adults' health status is heterogeneous because of the various cumulative effects of chronic diseases and physiologic decline, contributing to a vicious cycle of increased vulnerability (27). Furthermore, we also used markers of socio-environmental vulnerability, which were use of home-help services and place of life (25-27). Thus, the accumulation of markers of vulnerability could lead to a greater interaction.

Our results also underscore a high contribution of environment (i.e., place of life and use of home-help services) in the accuracy of prediction for prolonged LHS. These items explained 13.7% of AUC value in 10-item MLP model, and this item category had a similar value as acute conditions. This result was not surprising when considering the temporary or permanent functional decline usually associated with acute conditions in older adults (3,4). Functional decline required a rehabilitation phase and/or setting up home help services, both these components leading to prolonged LHS (2,5,6).

In final, our results highlighted a high contribution of demographics (i.e., age and gender) in the prognostic value of the 10-item BGA. This item category explained approximately 21.6% of AUC value. When summing demographics with items reflecting chronic conditions, the value reached 72.9%. This is in concordance with a previous study published by Sourial et al. who compared the predictive ability of 129 combinations of seven frailty markers and quantified their contribution to predictive accuracy beyond age, gender, and the number of chronic diseases using cohorts from the Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly (28). The most accurate identified was a model including between five and seven markers. Adding frailty markers to age, gender, and chronic disease increased predictive accuracy with only a low magnitude, underlining that frailty markers provided a modest increase in patient-level prediction of disability compared to age, gender, and number of

chronic diseases. Our results report similar findings as adding items to age, gender and items of chronic conditions had only a low effect in contribution to predictive accuracy.

The strengths of this study are the large sample of inpatients of almost one thousand and the use of sophisticated new statistical non-linear AANs models. However, some limitations need to be considered. First, participants were included from a single centre and, thus, they were probably not representative of all older adults admitted to hospitals. Secondly, important items related to prolonged LHS could have been forgotten. We limited this possible bias by adding well-known determinants of prolonged LHS (i.e., organ failures, use of psychoactive drugs and place of life) to our previous BGA.

In conclusion, the 10-item BGA using modified MLP was able to accurately predict prolonged LHS. Chronic conditions were the main contributors. However, the sensitivity was too low to consider the BGA as a screening tool. Further research is required to confirm this result.

REFERENCES

1. Aminzadeh F, Dalziel WB. Older adults in the emergency department: a systematic review of patterns of use, adverse outcomes, and effectiveness of interventions. *Ann Emerg Med.* 2002;393:238-247.
2. Xu KT, Nelson BK, Berk S. The changing profile of patients who used emergency department services in the United States: 1996 to 2005. *Ann Emerg Med.* 2009;546:805-810.
3. McCusker J, Verdon J, Tousignant P, de Courval LP, Dendukuri N, Belzile E: Rapid emergency department intervention for older people reduces risk of functional decline: Results of a multicenter randomized trial. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:1272-1281
4. Hoogerduijn JG, Buurman BM, Korevaar JC, Grobbee DE, de Rooij SE, Schuurmans MJ. The prediction of functional decline in older hospitalised patients. *Age Ageing.* 2012;41:381-7.
5. Launay CP, de Decker L, Kabeshova A, Annweiler C, Beauchet O. Screening for older emergency department inpatients at risk of prolonged hospital stay: the brief geriatric assessment tool. *Plos One.* 2014;9:e110135.
6. Beauchet O, Launay CP, Fantino B, Lerolle N, Maunoury F, Annweiler C. Screening for elderly patients admitted to the emergency department requiring specialized geriatric care. *J Emerg Med.* 2013;45:739-745.
7. Beauchet O, Launay CP, Maunoury F, de Decker L, Fantino B, Annweiler C. Association between vitamin D deficiency and long hospital stay in geriatric acute care unit: results from a pilot cohort study. *Aging Clin Exp Res.* 2013;25:107-109.
8. Reuben DB. Medical care for the final years of life: "When you're 83, it's not going to be 20 years". *JAMA.* 2009;302:2686-2694.
9. Reuben DB. Better care for older people with chronic diseases: an emerging vision. *JAMA.* 2007;298:2673-2674
10. Launay C, Haubois G, Hureaux-Huynh R, Gautier J, Annweiler C, Beauchet O. Older adults and emergency department: who is at risk of hospitalization? *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil.* 2014;12:43-49.
11. Baxt WG. Application of artificial neural networks to clinical medicine. *Lancet* 1995;346: 1135-1138.
12. Baxt WG, Skora J. Prospective validation of artificial neural network trained to identify acute myocardial infarction. *Lancet* 1996;347: 12-15.

13. Patel JL, Goyal RK. Applications of artificial neural networks in medical science. *Curr Clin Pharmacol.* 2007;2:217-26.
14. Lisboa PJ. A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention. *Neural Netw.* 2002;15:11-39.
15. Lang PO, Zekry D, Michel JP, Drame M, Novella JL, Jolly D, Blanchard F. Early markers of prolonged hospital stay in demented inpatients: a multicentre and prospective study. *J Nutr Health Aging.* 2010;14:141-147.
16. Moons P, De Ridder K, Geyskens K, Sabbe M, Braes T, Flamaing J, Milisen K. Screening for risk of readmission of patients aged 65 years and above after discharge from the emergency department: predictive value of four instruments. *Eur J Emerg Med.* 2007;14:315-323.
17. Lim SC, Doshi V, Castasus B, Lim JK, Mamun K. Factors causing delay in discharge of elderly patients in an acute care hospital. *Ann Acad Med Singapore.* 2006;351:27-32
18. Byrne DG, Chung SL, Bennett K, Age and outcome in acute emergency medical admissions. *Age Ageing.* 2010;396:694-698
19. Hastings SN, Whitson E, Purser JL, et al., Emergency department discharge diagnosis and adverse health outcomes in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2009;5710:1856-1861
20. Drame M, Jovenin N, Novella JL, Lang PO, Somme D, Laniece I, Voisin T, Blanc P, Couturier P, Gauvain JB, Blanchard F, Jolly D. Predicting early mortality among elderly patients hospitalised in medical wards via emergency department: the SAFES cohort study. *J Nutr Health Aging.* 2008;12:599-604.
21. Stanley KO, Miikkulainen R. Evolving neural networks through augmenting topologies. *Evol. Comput.* 2002;10: 99-127.
22. Fritsch S, Guenther F, Suling, following earlier work by M. neuralnet: Training of neural networks, 2012.
23. Kabeshova A, Launay CP, Gromov VA, Annweiler C, Fantino B, Beauchet O. Artificial neural network and falls in community-dwellers: a new approach to identify the risk of recurrent falling? *J Am Med Dir Assoc.* 2014 (in press).
24. de Decker L, Launay C, Annweiler C, Kabeshova A, Beauchet O. Number of drug classes taken per day may be used to assess morbidity burden in older inpatients: a pilot cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61:1224-1225.
25. Sternberg SA, Wershof Schwartz A, Karunanathan S, Bergman H, Mark Clarfield A. The identification of frailty: a systematic literature review. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:2129-2138.

26. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet*. 2013;381:752-762.
27. Andrew MK, Mitnitski A, Kirkland SA, Rockwood K. The impact of social vulnerability on the survival of the fittest older adults. *Age Ageing*. 2012;41:161-165.
28. Sourial N, Bergman H, Karunanathan S, Wolfson C, Payette H, Gutierrez-Robledo LM, Béland F, Fletcher JD, Guralnik J. Implementing frailty into clinical practice: a cautionary tale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68:1505-1511.

Table 1. Baseline characteristics of participants separated in training and testing groups (n=993)

Characteristics	Group of participants		P-Value*
	Training (n=794)	Testing (n=199)	
Age (years)			
Mean±SD	87.1±4.6	86.8±4.6	0.926
>85 years	540 (61.1)	130 (58.8)	0.524
Male gender, n (%)	300 (33.9)	84 (38.0)	0.287
Number of drugs daily taken			
Mean±SD	6.8±3.2	6.8±3.1	0.939
≥5, n (%)	602 (68.1)	152 (68.8)	0.941
Use of psychoactive drugs*, n (%)	416 (47.1)	104 (47.1)	0.999
History of falls during the past 6 months, n (%)	314 (35.5)	71 (32.1)	0.358

Temporal disorientation†, n (%)	284 (32.1)	68 (30.8)	0.735
Non-use of formal and/or informal home services‡	161 (18.2)	45 (20.4)	0.529
Acute organ failure	500 (56.6)	126 (57.0)	0.994
Living at home	510 (57.7)	130 (58.8)	0.837
Acute organ failure as reason for admission to Emergency Department, n (%)			
Cardio-vascular diseases, n (%)	113 (12.8)	15 (6.8)	0.163
Respiratory diseases, n (%)	95 (10.7)	29 (13.1)	0.338
Digestive diseases, n (%)	79 (8.9)	23 (10.4)	0.591
Neuropsychiatric diseases, n (%)	55 (6.2)	19 (8.6)	0.268
Other diseases, n (%)	452 (51.1)	113(51.1)	0.999
Length of hospital stay (days)			
Mean±SD	8.8±8.4	9.2±7.5	0.242
≥13 days	191 (21.6)	55 (24.9)	0.340

SD: standard deviation

*: Comparison based on Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

†: Use of benzodiazepines or antidepressants or neuroleptics

‡: Inability to give the month and/or year

¶: Formal (i.e., health and/or social professional) or informal (i.e., family and/or friends)

P-value significant (i.e., $P < 0.05$) in bold.

Table 2: Performance criteria of brief geriatric assessment for the prediction of prolonged length hospital stay* using artificial neural networks (i.e.; multilayer perceptron and modified multilayer perceptron) in function of the number of items† (n=993)

Number of items in artificial neural networks†	Sensitivity (%)	Specify (%)	PPV (%)	NPV (%)	LR+	LR-	AUC	Number of individuals classified			
								TP	FP	FN	TN
								Multilayer perceptron			
10	52.4	95.9	80.6	87.0	12.6	0.5	87.3	129	31	117	716
9	38.6	96.8	79.8	82.7	12.0	0.6	82.8	95	24	151	723
8	26.0	97.5	77.1	80.0	10.2	0.8	75.4	64	19	182	728
7	15.0	98.0	71.2	77.9	7.5	0.9	65.2	37	15	209	735
6	11.0	98.3	67.5	77.0	6.3	0.9	63.1	27	13	219	734
5	6.9	98.9	68.0	76.3	6.5	0.9	59.0	17	8	229	739
Modified multilayer perceptron											
10	62.7	96.6	87.1	87.5	18.2	0.4	90.5	168	25	100	700
9	50.0	96.8	83.7	85.5	15.6	0.5	84.1	123	24	123	723

8	37.0	97.4	83.8	80.9	14.2	0.7	76.5	98	19	167	709
7	26.3	98.2	84.0	79.1	14.8	0.8	69.5	68	13	191	721
6	18.2	98.4	79.0	78.3	11.3	0.8	64.5	45	12	203	733
5	15.1	98.6	79.6	76.8	11.1	0.9	61.1	39	10	219	725

PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value; LR+: Likelihood ratio of positive test; LR-: Likelihood ratio of negative test; TP: True positive; FP: False positive; TN: True negative; FN: False negative; *: Defined as being in the highest tertile of length of hospital stay (i.e., > 13 days); †: only combinations involving at least 10 participants were considered

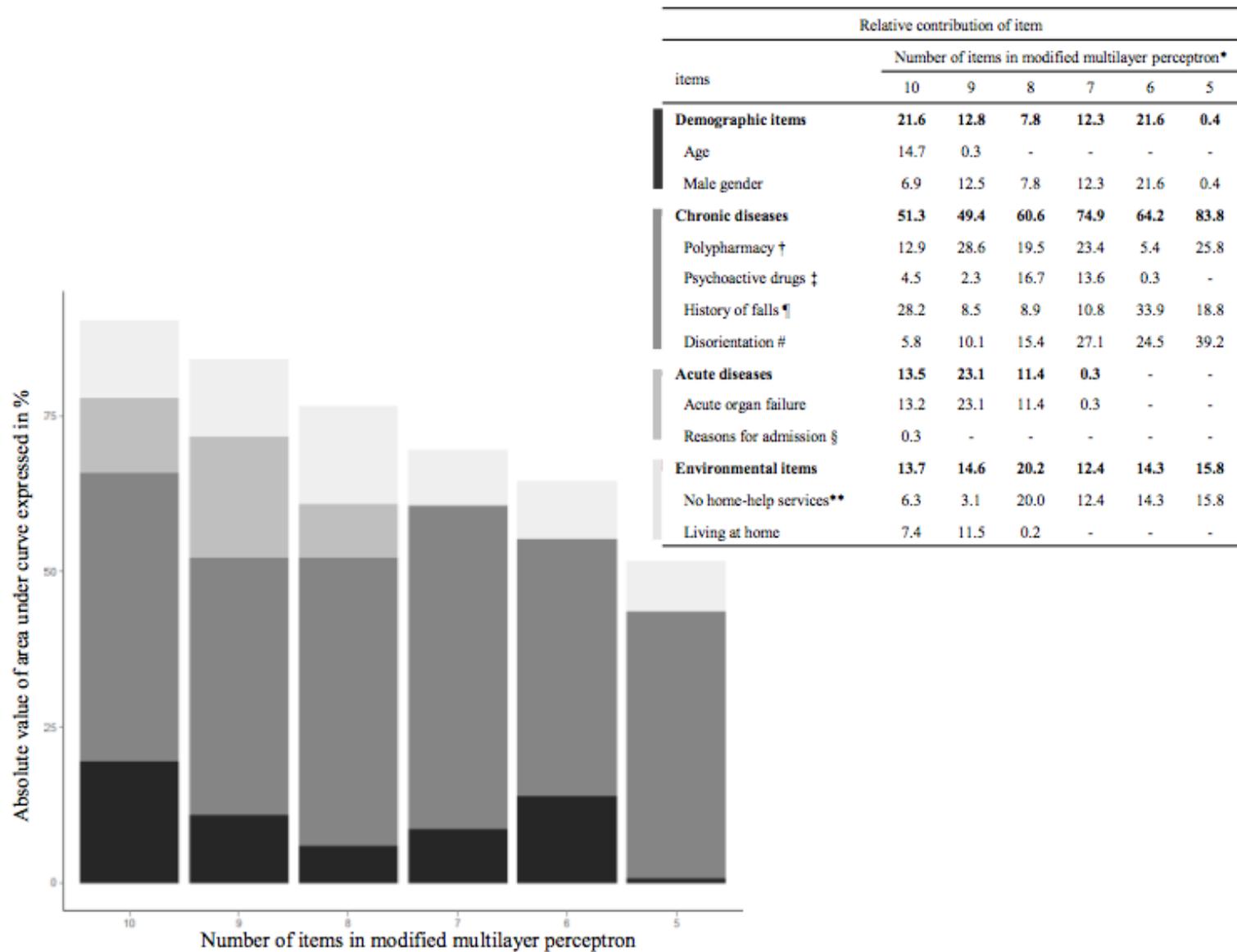


Figure 1. Absolute and relative contribution of items of modified brief geriatric assessment in area under curve value for modified multilayer perceptron (n=1105)

MLP: multilayer perceptron

*: only combinations involving at least 10 participants were considered

†: defined by a number of drugs taken per day above 4

‡: use benzodiazepines, antidepressants or neuroleptics

¶: history of falls in the past 6 months

#: inability to give the month and/or year.

§: separated in four subgroups based on the prevalence of related diseases in the sample of participants: cardio-vascular diseases, respiratory diseases, digestive diseases, neuropsychiatric diseases and other acute diseases

** : living alone without using any formal or informal home services and social help

THÈSE DE Madame RIVIERE Hélène



Docteur Cyrille LAUNAY
N° RPPS 10105275105
Gérontologie Clinique
CHU - 49933 ANGERS CEDEX 9

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Président du jury de thèse



**Vu, le Doyen de la
Faculté de Médecine
d'ANGERS**



Professeur I. RICHARD

Vu et permis d'imprimer



Rapport-Gratuit.com

RIVIERE Hélène

**EVALUATION GERIATRIQUE STANDARDISEE COURTE : UN OUTIL PREDICTIF
DES PARCOURS DE SOINS COMPLIQUES DES PATIENTS AGES HOSPITALISES
APRES UNE ADMISSION AU SERVICE D'ACCUEIL DES URGENCES**

RESUME

Les patients âgés entrant aux urgences sont proportionnellement plus souvent hospitalisés et leur durée de séjour est souvent plus longue. Il est nécessaire de repérer de façon précoce les sujets âgés à risque d'hospitalisation prolongée afin de limiter les effets secondaires. Une Evaluation Gériatrique Standardisée courte (EGS-C) en 6 items a été utilisée dès les urgences. L'objectif était d'évaluer le caractère prédictif de l'EGS-C à 6-items pour la durée d'hospitalisation chez les patients en court séjour et la contribution de chaque item dans la prédiction de la durée d'hospitalisation. Les résultats obtenus avec l'EGS-C à 6 items étaient faibles, le nombre items a donc été augmenté à 10.

993 patients de plus de 80 ans ont été inclus dans une étude prospective monocentrique. L'EGS-C à 10 items comprenait l'âge 85ans, le sexe masculin, la prise de 5 traitements et plus quotidiennement, utilisation de psychotropes, antécédents de chute dans les 6mois, désorientation temporelle, pathologies aiguës (insuffisance d'organe aiguë et motif d'admission) et les variables environnementales (lieu de vie et utilisation d'aide à domicile).

Le modèle des réseaux neuronaux a été appliqué pour les 10 items, avec les perceptrons multicouches (MLP) et les MLP modifiés.

Les performances prédictives étaient: sensibilité (62.7%), spécificité (96.6%), VPP (87.0%), VPN (87.5%) et aire sous la courbe ROC (90.5) selon MLP modifiés. L'état de santé contribuait à 51.3%, les items démographiques à 21.6% à la durée d'hospitalisation prolongée selon MLP modifiés.

Les performances de l'EGS-C à 10 items étaient supérieures mais demeuraient insuffisantes pour constituer un outil de décision.

MOTS-CLES

Patient âgé

Evaluation gériatrique

Service d'accueil des urgences

Durée d'hospitalisation

Réseaux neuronaux

FORMAT

Mémoire

Article¹ :

à soumettre

soumis

accepté pour publication

publié

suivi par : Dr LAUNAY Cyrille

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMOIRES



¹ statut au moment de la soutenance