

Identification et capacité des variables cliniques à prédire la récupération motrice du membre supérieur hémiparalysé suite à un accident vasculaire cérébral: un examen de portée

Identification and ability of clinical variables to predict motor recovery in the hemiplegic upper limb following stroke: a scoping review

Charlotte De Gregorio (BSc, PT)¹, Virginie Alder (BSc, PT)², Anne-Violette Bruyneel (PhD, PT)³

MOTS-CLÉS

AVC / membre supérieur / récupération motrice / prédicteurs cliniques / réhabilitation / pronostic

KEYWORDS

stroke / upper extremity / motor recovery / clinical predictors / rehabilitation / prognosis

RÉSUMÉ

Contexte: La plégie du membre supérieur est l'un des symptômes les plus courants après un accident vasculaire cérébral (AVC). Être en mesure de prédire la récupération motrice du membre supérieur à 6 mois post-AVC au moyen de tests que le physiothérapeute est habilité à effectuer permettrait d'optimiser le traitement et d'offrir au patient la possibilité d'imaginer son futur.

Objectif: Le but de cette étude était de déterminer quelles sont les variables cliniques en phase aiguë (1 à 7 jours) et subaiguë précoce (7 jours à 3 mois) qui prédisent la récupération après un AVC.

Méthode: Un examen de portée (scoping review) a été réalisé. Suite aux critères de sélection et à la recherche d'articles dans les bases de données (PubMed, PEDro, CINAHL), 11 études ont été incluses dans ce travail.

Résultats: Les variables prédictives évaluées par les physiothérapeutes étaient principalement l'extension des doigts, la force de préhension, la motricité de la main, l'abduction de l'épaule, les tests de fonction motrice du membre supérieur, le système somatosensoriel, la sensibilité et la spasticité sévère du membre supérieur. Pour un membre supérieur gravement atteint, le score de motricité du membre inférieur et la sévérité de l'AVC ont permis de prédire la récupération. La fenêtre temporelle de prédiction était comprise entre 3 et 30 jours post-AVC.

Conclusion: Les variables cliniques permettent de prédire cette récupération pour la majorité de la population concernée lorsqu'elles sont incluses dans un modèle pronostic. Elles diffèrent selon la fenêtre temporelle d'évaluation et la sévérité de l'atteinte du membre supérieur. Les résultats sont à considérer avec prudence car la validité des modèles doit encore être testée en clinique.

ABSTRACT

Context: Upper limb plegia is one of the most common symptoms after a stroke. Being able to predict the motor recovery of the upper limb at 6 months post stroke using tests that physiotherapists can perform would make it possible to optimize the treatment and offer the patient the possibility of envisioning their future.

Objective: The study aimed to determine which clinical variables in the acute (1–7 days) and early subacute (7 days to 3 months) phase predict recovery from stroke.

Method: A scoping review was conducted. Following a search for articles in the databases PubMed, PEDro, and CINAHL and application of the selection criteria, 11 articles were included in this study.

Results: The chief predictor variables assessed by physiotherapists were finger extension, grip strength, hand motor skills, shoulder abduction, upper limb motor function, somatosensory system, sensibility and severe spasticity. For a severely injured upper limb, the lower limb motor score and stroke severity predicted recovery. The prediction time window was 3–30 days post stroke.

Conclusion: Clinical variables predict motor recovery from stroke for the majority of the affected population when they are included in a prognostic model. They differ depending on the evaluation window and the severity of upper limb involvement. The results should be considered with caution because the validity of the models remains to be tested in clinical settings.

Aucune demande n'a été déposée auprès d'un comité d'éthique. Aucun financement n'a été accordé pour cette étude. Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt financier ou personnel en rapport avec cet article.

Article reçu le 31 janvier 2021, accepté le 19 avril 2021

¹ Physiothérapie de Rive, 1207 Genève, Suisse

² Hôpital de La Tour, 1217 Meyrin-Genève, Suisse

³ Professeure assistante, Haute école de santé, HES-SO//Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, Genève, Suisse

I. INTRODUCTION

Après un accident vasculaire cérébral (AVC), l'une des principales conséquences est la diminution de la fonction motrice du membre supérieur (MS)⁽¹⁾, qui entrave la personne dans son autonomie, ses activités et ses participations (loisirs, vie sociale et professionnelle). D'autres conséquences impactent la récupération motrice du MS (Figure 1). Ces problématiques « peuvent se présenter séparément, coexister simultanément ou évoluer au cours de la période de réadaptation en déclenchant le développement des autres problématiques »⁽²⁾. L'incertitude liée à la récupération des aptitudes motrices du MS est difficile et ne permet ni au thérapeute, ni au patient et à son entourage de se projeter dans l'avenir.

Dans cette étude, nous nous intéressons à la récupération du MS, qui est essentielle en termes d'économie et de qualité de mouvement⁽³⁾. La récupération est définie par la capacité du sujet à réaliser une activité ou une fonction en utilisant les mêmes schémas moteurs qu'avant l'AVC⁽⁴⁾. S'il parvient à réaliser ses activités en utilisant d'autres effecteurs (membres), il s'agit alors d'une stratégie de compensation. Selon Levin *et al.* (2008), la récupération et la compensation se font sur plusieurs niveaux: neuronal, structurel, fonctionnel (Tableau 1). Ces deux phénomènes distincts sont sources de gain fonctionnel lié au phénomène de plasticité cérébrale⁽⁵⁾.

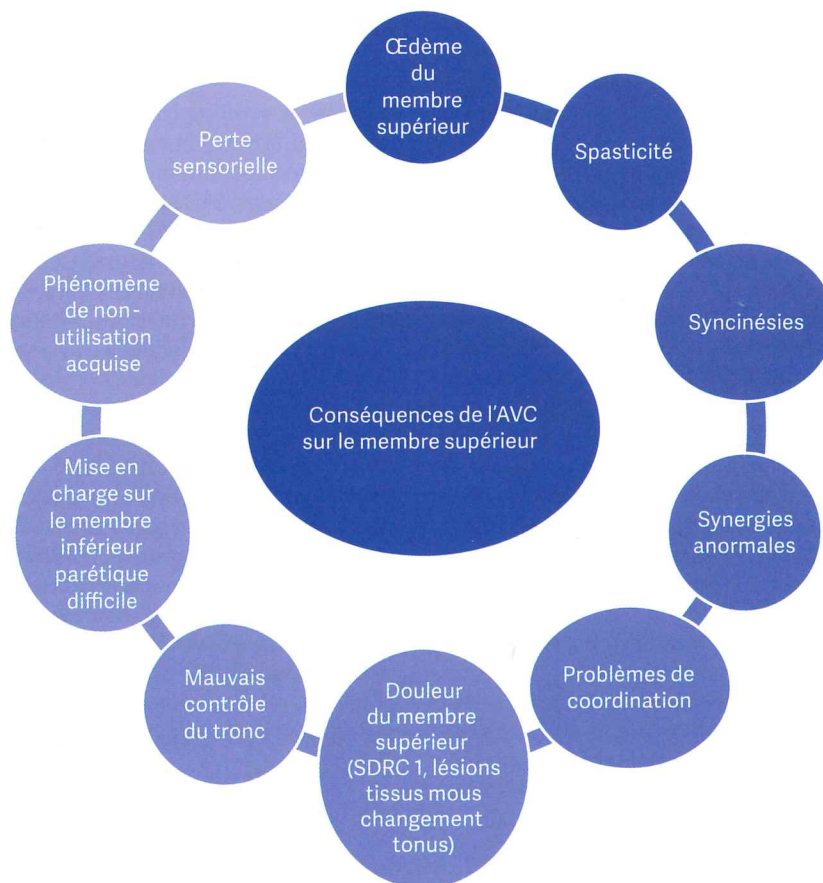
Après l'AVC, une cascade de réparations comprenant la neurogénèse, le sprouting, la synaptogenèse et la levée du diaschisis s'active dans la zone lésionnelle. Cette activité biologique intrinsèque restitutive implique également la reperfusion de la zone lésionnelle, la résorption de l'œdème⁽⁶⁾ et le recouvrement du flux ionique⁽⁷⁾ en majorant la récupération⁽⁸⁾. Elle s'exprime avec une efficacité maximale dans les quatre premières semaines après un AVC, puis diminue progressivement sur 6 mois⁽⁹⁾. Pour le MS parétique, c'est durant les quatre semaines après l'AVC que la récupération spontanée du contrôle moteur est optimale⁽¹⁰⁾. Pour la force et le contrôle moteur des doigts⁽¹¹⁾, cette durée s'étend à 3 mois. Actuellement, aucun critère ne semble permettre d'identifier précocement les patients qui récupéreront ou pas⁽¹²⁾.

Actuellement, toutes les personnes victimes d'AVC bénéficient d'une réhabilitation motrice (passive et active) adaptée à leurs besoins et basée sur les recommandations internationales⁽¹³⁾. L'efficacité est d'autant plus grande lorsque la rééducation est débutée précocement⁽¹⁴⁾. Toutefois, la récupération motrice potentielle reste inconnue. Un compromis doit être trouvé entre l'investissement pour la meilleure récupération possible et la diminution de la durée des séjours hospitaliers coûteux⁽¹⁵⁾.

Cette prédiction est complexe car elle se fait selon un cadre temporel imprécis et une marge de gain moteur indéfinie⁽¹⁶⁾.

Figure 1

Conséquences de l'AVC sur le membre supérieur



Les conséquences induites par l'AVC sur le membre inférieur sont nombreuses et sont relatives ci-dessus. **SDRC 1**: syndrome douloureux régional complexe de type 1.

Tableau 1

Niveaux de récupération et de compensation, adapté de Levin *et al.* (2008)

	Récupération	Compensation adaptative	Compensation substitutive
Structure neuronale	A la même fonction de celle antérieure à l'AVC	A une fonction différente de celle antérieure à l'AVC	Absence de fonction antérieure à l'AVC
Fonction/structure (performance)	Réapparition des schémas de mouvements antérieurs à l'AVC	Apparition de schémas de mouvements alternatifs	Utilisation de différents effecteurs (ex : tronc) pour remplacer les schémas moteurs perdus
Activité (fonctionnel)	Tâche accomplie de la même manière que les personnes saines	Stratégies motrices différentes pour accomplir la tâche	Tâche accomplie avec d'autres membres ou parties du corps que les personnes saines

AVC: accident vasculaire cérébral.

Malgré ce caractère incertain, les cliniciens se sont attachés à identifier des marqueurs pronostiques⁽¹⁶⁾ et à proposer des modèles de récupération. Dans la littérature, des variables pronostiques de la récupération du MS émergent, mais aucun consensus scientifique n'existe encore. La motricité du membre supérieur, le tonus ou encore la sensibilité, sont évalués par le physiothérapeute après un AVC et pourraient être utilisés dans un but de prédiction de la récupération motrice.

L'objectif de ce travail était d'identifier, par un examen de portée (scoping review), les variables cliniques mesurées en phase aiguë et subaiguë précoce qui prédisaient efficacement une récupération motrice du membre supérieur hémiparétique à 6 mois post-AVC. Le modèle population, concept et contexte (PCC) de Joanna Briggs Institute (JBI) (2019) (Tableau 2) a été utilisé.

Tableau 2

Critères du modèle PCC

Population	Sujet adulte ayant eu un premier AVC ischémique ou hémorragique
Concept	Répertorier les variables cliniques (motricité et déficience du membre supérieur, sensibilité, tonus, douleur, négligence...) évaluable par les tests cliniques physiothérapeutiques permettant de prédire la récupération motrice du membre supérieur hémiparétique.
Contexte	Neuro-réhabilitation hospitalière ou institutionnelle; déficience du MS; dans le monde

Les critères du modèle PCC de Joanna Briggs Institute ont été utilisés pour définir les critères d'inclusion de la question de recherche. PCC, Population, concept et contexte.

II. MÉTHODE

Protocole

La construction de la méthode et des résultats a suivi les recommandations du JBI et PRISMA pour l'examen de portée (scoping review).

Identification de la question de recherche et des sous-questions

La question liée à l'examen de portée se construit au fur et à mesure de la recherche et guide les critères d'inclusion et d'exclusion des études sélectionnées. Suite à la recherche initiale, cinq sous-questions ont été identifiées: le type de patients étudiés (1), les paramètres de prédiction (2), la fenêtre temporelle d'évaluation (3), le pouvoir de prédiction des variables cliniques (4) et la qualification des évaluateurs (5).

Source d'information et recherche Stratégie de recherche et mots clés

La recherche d'articles a été effectuée durant la période de juin 2019 à mars 2020 sur la consultation des bases de données suivantes: PubMed/Medline, PEDro, CINAHL, Cochrane et Google Scholar. Les outils « HeTOP » et l'Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (Inserm) ont été utilisés. Les MeSH terms ont été insérés dans la base de recherche avancée de PubMed, avec l'opérateur booléen « AND » selon les équations de recherche suivantes (Tableau 3):

Tableau 3

Equations de recherches effectuées sur PubMed

1	(((stroke rehabilitation) AND upper extremity) AND recovery of motor function) AND prediction model
2	(((after stroke) AND motor recovery of upper extremity) AND clinical parameters) AND prognosis
3	(((stroke) AND upper extremity) AND motor recovery) AND clinical predictors
4	(((stroke patients) AND upper extremity) AND motor recovery) AND clinical predictors) AND clinical outcomes
5	(((after stroke) AND upper limb) AND upper extremity recovery) AND motor impairment) AND recovery function) AND model
6	(((stroke) AND rehabilitation) AND upper extremity) AND strength) AND score

Critères d'éligibilité

Des études évaluant la qualité prédictive d'un test ou d'une variable clinique, ciblant la fonction motrice du MS et comprenant des patients atteints d'AVC ischémiques et hémorragiques en phase précoce post-AVC ont été choisies. Il n'y a pas eu de restriction concernant l'année de publication ou les formats d'études. Les études avec des sujets mineurs, des animaux, d'autres langues que le français et l'anglais et comparant des traitements ont été exclues.

Sélection des études

Afin d'harmoniser la méthode entre les deux évaluatrices, un protocole standardisé d'extraction des données a été utilisé. Après avoir supprimé les doublons, la sélection a été faite par la lecture du titre, du résumé puis de l'article.

Evaluation de la qualité et des biais des études

La qualité des articles a été faite avec l'échelle McMaster⁽¹⁷⁾ car elle permet d'évaluer des études quantitatives avec des designs différents et permet aux cliniciens, étudiants et chercheurs d'avoir une base facilitant l'interprétation.

Synthèse et analyse des données

Le détail de la démarche de recherche et des résultats obtenus a été représenté sous forme de diagramme de flux PRISMA. La synthèse a été reportée sous forme de tableau afin d'identifier les caractéristiques les plus importantes de chaque étude et leurs résultats principaux.

III. RÉSULTATS

III.1 Articles inclus

Le diagramme présente la stratégie de recherche et les résultats obtenus à chaque étape (Figure 2). Suite à la procédure de sélection, 11 études ont été sélectionnées: Feys *et al.*, 2000⁽²⁸⁾; Kwakkel *et al.*, 2003⁽²⁴⁾; Smania *et al.*, 2007⁽¹⁸⁾; Prabhakaran *et al.*, 2007⁽²⁷⁾; Au-Yeung *et al.*, 2009⁽²²⁾; Nijland *et al.*, 2010⁽¹⁹⁾; Kong *et al.*, 2011⁽²³⁾; Winters *et al.*, 2014⁽²⁵⁾; Winters *et al.*, 2016⁽²⁶⁾; Snickars *et al.*, 2017⁽²⁰⁾; Ghaziani *et al.*, 2020⁽²¹⁾.

III.2 Caractéristiques des études

Huit études étaient européennes, deux asiatiques et une américaine. Huit études ont eu une durée d'intervention de six mois, une d'un mois⁽²⁰⁾ et une autre d'un an⁽²³⁾.

Les variables dépendantes étaient les résultats des tests de la fonction motrice: du Fugl-Meyer (FM) (six études), de l'Action Research Arm Test (ARAT) (quatre études) et du Motor Assessment Scale (MAS) (une étude). Elles ont permis d'évaluer la motricité initiale du MS et à l'issue de la prédiction à 6 mois.

Les variables cliniques indépendantes prédictives (variables cliniques) étaient les tests cliniques effectués à un moment donné. Elles étaient potentiellement prédictives des résultats des tests fonctionnels à 6 mois (1 mois ou 1 an).

III.3 Question de recherche: Variables cliniques prédictives de la récupération motrice

Nous avons fait la distinction entre les variables prédictives primaires (permettant d'élever la probabilité de récupérer jusqu'à 94%) et secondaires (permettant d'augmenter la précision substantielle de la prédiction).

Les variables cliniques prédictives significatives primaires, étaient l'extension volontaire des doigts^(18,19,20), l'abduction d'épaule^(19,20,21), la motricité du membre supérieur^(22,23) et la motricité du membre inférieur^(24,25,26) (pour les patients avec un MS sévèrement atteint).

Les variables cliniques prédictives significatives secondaires étaient la force de préhension et la motricité de la main, l'extension du poignet et du coude, la spasticité sévère du MS, la sévérité de l'AVC, l'absence de négligence et l'âge^(18,19,20,21,23,27).

Les variables cliniques prédictives testées non significatives comprenaient les problèmes musculosquelettiques de l'épaule⁽²⁸⁾, la négligence^(23,24,25,28), la dominance du MS parétique^(19,20,22,24,26), le type d'AVC^(20,21,27), le temps entre l'AVC et le premier bilan⁽²⁷⁾, le sexe⁽²⁰⁾, l'ethnie⁽²⁷⁾, l'activité physique antérieure à l'AVC⁽²⁰⁾ et les comorbidités⁽²⁰⁾ (tabagisme, diabète). Elles n'ont pas permis de pronostiquer la récupération du MS.

III.4 Sous-question 1 – Caractéristiques de la population étudiée

La population étudiée a été victime d'un AVC, ischémique pour la plupart (81,6%), avait une moyenne d'âge de 65 ans (49 à 74 ans) et avait les capacités cognitives suffisantes pour performer et comprendre les explications. La première évaluation a été faite à 6 jours post-AVC en moyenne (entre 2 et 23 jours). Tous les sujets avaient une déficience motrice initiale du MS.

III.5 Sous-question 2 – Paramètres de prédiction

Six études ont mis en place des modèles de prédiction intégrant plusieurs variables cliniques dans une équation. Les cinq autres études ont effectué leur prédiction à partir de variables cliniques significatives, isolées ou additionnées, sans les intégrer dans une équation.

III.5a Probabilité de récupération selon les modèles de prédiction ou les variables cliniques

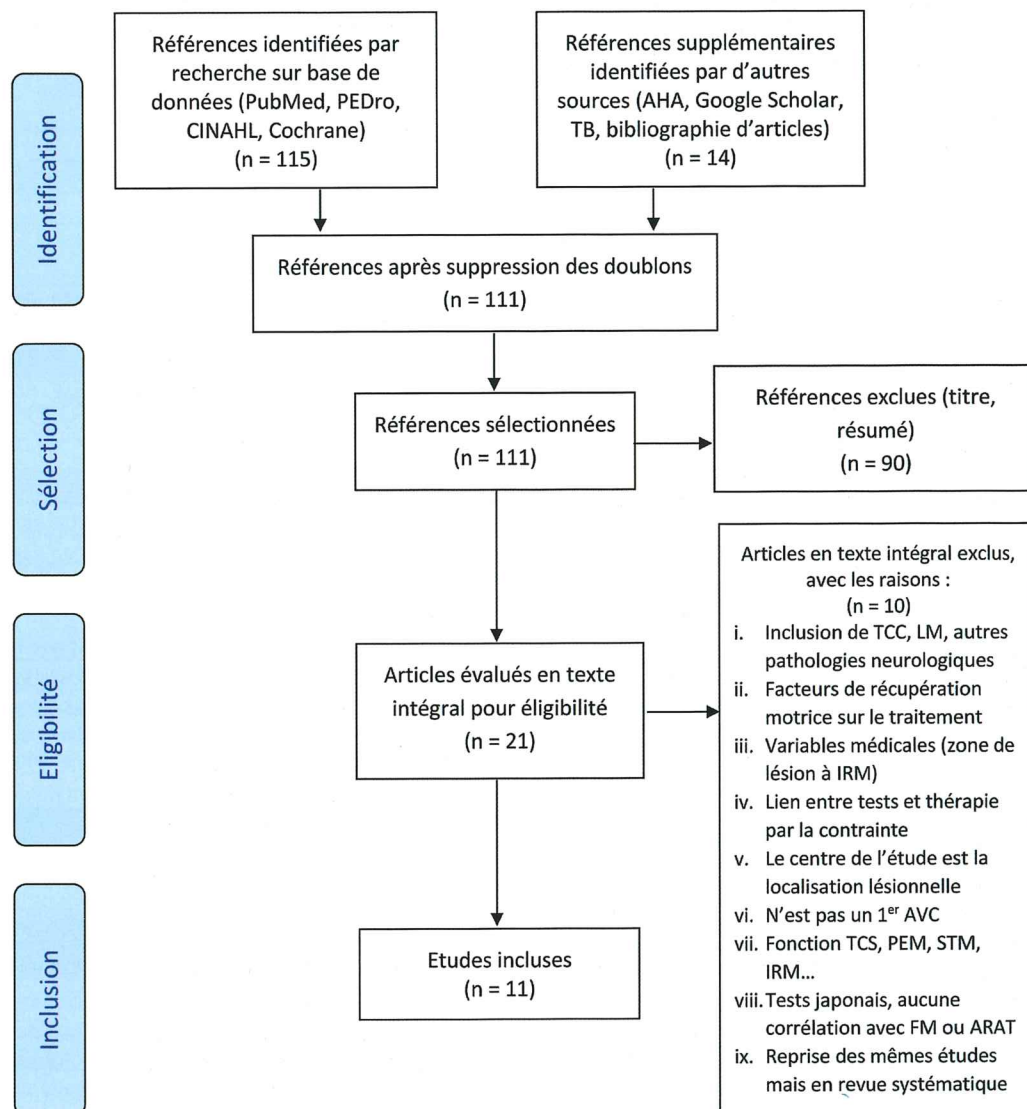
D'une manière générale, la notion de la récupération motrice du MS à 6 mois différait selon les auteurs (ARAT ≥ 35 , ARAT ≥ 10 , FM-MS ≥ 32 , 70% du déficit FM-MS): la probabilité de récupérer (seuil atteint) était différente selon les jours d'évaluation (Tableau 4).

A 28 jours post-AVC, les patients avaient 74% de chance de récupérer à 6 mois un ARAT ≥ 35 si leur IM-MS > 64 ⁽²²⁾ contre 94% de chance de récupérer un ARAT ≥ 10 s'ils avaient un score ≥ 19 points au FM-MS⁽²⁴⁾. Si le score n'était pas atteint, la probabilité était de 9%⁽²⁴⁾. Il n'y avait pas de différence entre les patients avec un FM-MS < 19 . La probabilité augmentait à 98% pour un ARAT ≥ 10 , mesuré à 3 jours post-AVC, chez les patients ayant une extension volontaire du doigt (EVD) = 1 et une abduction d'épaule (AE) = 9⁽¹⁹⁾.

Concernant le score du FM-MS, les patients capables d'effectuer une AE à 3 jours avaient 14,6 fois plus de chance d'atteindre un FM-MS ≥ 32 à 6 mois⁽²¹⁾. Ceux qui remplissaient les

Figure 2

Diagramme de Flux PRISMA



Au départ, 129 études ont été identifiées; après la suppression des doublons, il en restait 111. Selon les critères de sélection cités en méthode, seules 11 études ont été retenues. **TCC**: traumatisme crânio-cérébral; **LM**: lésé médullaire; **neuro**: neurologique; **IRM**: imagerie par résonance magnétique; **Fonction TCS**: fonction du tractus cortico-spinal; **PEM**: potentiels évoqués moteurs; **STM**: stimulation transcrânienne magnétique; **FM**: Fugl-Meyer; **ARAT**: Action Research Arm Test.

critères de Prabhakaran *et al.* (2008) avaient 89% de chance de récupérer 70% de leur déficit initial.

Pour Winters *et al.* (2016), à 7 jours, les patients qui avaient un IM-MI ≥ 35 , une absence de négligence et un EmNSA ≥ 33 , avaient 94% de chance de récupérer (ARAT ≥ 10).

III.5b Dans quelle mesure les modèles expliquaient la récupération ?

La dichotomisation des résultats des variables cliniques des modèles (8 études) permettait de prédire la récupération selon un seuil déterminé (Tableau 5). La probabilité de récupérer était comprise entre 62% et 98% (médiane de 89%) (Tableau 4). Trois autres études^(25,27,28) ont choisi d'insérer le score du patient directement dans l'équation de prédiction,

sans dichotomisation préalable. Les modèles de récupération proportionnelle incluant uniquement les sujets qui récupéraient proportionnellement à leur déficience initiale expliquaient 78.2% à 89% de la récupération^(25,27). Le modèle de Feys *et al.* (2000) expliquait 57.83% en effectuant la prédiction à 22 jours et 80.81% à 61 jours. Les variables prédictives isolées rapportaient que la probabilité de récupérer à 6 mois était de 74%⁽²⁹⁾ à 28 jours et 80%⁽²³⁾ à 14 jours.

III.5c Probabilité de récupération selon les modèles de prédiction ou les variables cliniques

Pour prédire la récupération, soit les variables cliniques étaient intégrées isolément, soit elles étaient combinées dans des modèles de prédiction qui prenaient pour la majorité la forme d'équations.

Tableau 4

Capacité du modèle à prédire la récupération

Jours	Auteurs	Meilleurs paramètres prédictifs	Seuil atteint	Seuil non atteint	Seuil de récupération	Issue prédiction
3 jrs	Winters 2015	Paralysie faciale + FM-MI + sévérité AVC	/	25 %	70% déficit FM-MS	6 mois
3 jrs	Winters 2015	FM-MS	78,20%		70% déficit FM-MS	6 mois
3 jrs	Nijland 2010	EVD (FM-MS) ≥ 1 + AE (IM-MS) ≥ 9	98%		ARAT ≥ 10	6 mois
3 jrs	Prabhakaran 2008	FM-MS+ (V lésion, âge, temps 1 ^{er} bilan post-AVC)	89%		70% déficit FM-MS	6 mois
3 jrs	Snickars 2017	EVD + NIHSS	97%		FM-MS ≥ 32	1 mois
5 jrs	Nijland 2010	EVD (FM-MS) ≥ 1 + AE (IM-MS) ≥ 9	98%	14 %	ARAT ≥ 10	6 mois
7 jrs	Winters 2016	IM-MI ≥ 35 + négligence = 0 + EmNSA ≥ 33	94%	14 %	ARAT ≥ 10	6 mois
7 jrs	Smania 2007	EVD complète	12-18× plus de chance		IM-MS max	6 mois
7 jrs	Ghaziani 2020	Sous-catégorie FM-MS	14,6× plus de chance		FM-MS ≥ 32, FM-MS ≥ 58	6 mois
9 jrs	Nijland 2010	EVD (FM-MS) ≥ 1 + AE (IM-MS) ≥ 9	98%	14%	ARAT ≥ 10	6 mois
14 jrs	Kong 2011	IM-MS = 22	80%	3,40%	MAS-MS score max	12 mois
14 jrs	Kwakkel 2003	FM-MS ≥ 11 + IM-MI ≥ 25	89%		ARAT ≥ 10	6 mois
14 jrs	Au-Yeung 2009	IM-MS ≥ 45 + 2 P-D (3,14)	62%		ARAT ≥ 35	6 mois
21 jrs	Kwakkel 2003	FM-MS ≥ 13 + IM-MI ≥ 33	90%		ARAT ≥ 10	6 mois
22 jrs	Feys 2000	Δ FM + handicap global + sensation profonde	57,83%		Score FM-MS du patient	6 mois
28 jrs	Au-Yeung 2009	IM-MS > 64	74%		ARAT ≥ 35	6 mois
28 jrs	Kwakkel 2003	FM-MS ≥ 19 + FM-MS < 19	94%	9%	ARAT ≥ 10	6 mois
61 jrs	Feys 2000	Δ FM + handicap global	80,81%		Score FM-MS du patient	6 mois

Probabilité de récupérer si le seuil des variables prédictives est atteint ou non atteint. **FM-MI**: Fugl-Meyer des membres inférieurs; **FM-MS**: Fugl-Meyer des membres supérieurs; **EVD**: extension volontaire des doigts; **AE**: abduction d'épaule; **F préhension**: force de préhension; **IM-MI**: index de motricité du membre inférieur; **IM-MS**: index de motricité du membre supérieur; **EmNSA**: Erasmus MC modified Nottingham Sensory Assessment; **Δ FM**: performance motrice du Fugl-Meyer; **ARAT**: Action Research Arm Test; **MAS MS**: Motor Assessment Scale du membre supérieur.

Tableau 5

Seuils attribués aux variables dépendantes et indépendantes pour la prédiction de la récupération motrice du MS en fonction du temps

	Winters 2016	Kong 2011	Nijland 2010	Au-Yeung 2009	Smania 2007	Kwakkel 2003
3 jours			EVD (FM-MS) = 1 et AE (IM-MS) = 9			
4 jours						
5 jours	IM-MI ≥ 35 Négligence = 0 EmNSA ≥ 33					
6 jours			EVD (FM-MS) = 1 et AE (IM-MS) = 9		EVD > 3 HMS > 3	IM-MI ≥ 25
7 jours						
8 jours						
9 jours						
10 jours			EVD (FM-MS) = 1 et AE (IM-MS) = 9			
11 jours						
12 jours						
13 jours						
14 jours						FM-MS ≥ 11 FM-MS ≥ 25
21 jours						FM-MS ≥ 13
28 jours		IM-MS = 22 IM-MS = 11-19 IM-MS = 0		IM-MS ≥ 64 ou IM-MS ≥ 45 et 2 P-D ok (3,4)		FM-MS ≥ 33
35 jours						FM-MS ≥ 19
42 jours						FM-MS ≥ 22
49 jours						FM-MS ≥ 23
56 jours						FM-MS ≥ 24
61 jours						FM-MS ≥ 26
Seuil fonction du MS	ARAT ≥ 10	MAS-MS score max	ARAT ≥ 10	ARAT ≥ 35	IM 99 (top score)	ARAT ≥ 10
Prédiction à	6 mois	1 an	6 mois	6 mois	6 mois	6 mois

Les variables cliniques et leur seuil permettent de prédire à un temps donné la récupération selon les variables dépendantes et leur seuil. **IM-MI**: indice de motricité des membres inférieurs; **EmNSA**: Erasmus MC modified Nottingham Sensory Assessment; **IM-MS**: indice de motricité des membres supérieurs; **AE**: abduction d'épaule; **EVD**: extension volontaire des doigts; **2 P-D**: discrimination entre 2 points; **FM-MS**: Fugl-Meyer des membres supérieurs; **HMS**: Hand movement scale.

Tableau 6

Niveau d'atteinte du MS selon la fenêtre temporelle

	Atteinte légère à moyenne du MS	Atteinte sévère du MS (MS flasque, sans extension volontaire des doigts ou avec une faible motricité du MS)
3 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Paralysie faciale • Temps entre le premier bilan et l'AVC • Volume lésionnel • Sévérité de l'AVC • Âge 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction motrice du MI
7 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction somatosensorielle • Fonction motrice du MI 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction motrice du MI
14 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Localisation et sévérité de l'AVC • Statut fonctionnel • Absence de négligence • Fonction motrice du MI • Fonction somatosensorielle • Tonus 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction motrice du MI • Fonction motrice du MS
28 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction motrice et force du MS 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction motrice du MS

Variables prédisant le niveau d'atteinte du MS en fonction du temps. **MS**: membre supérieur; **MI**: membre inférieur; **AVC**: accident vasculaire cérébral.

Il n'existait pas de consensus concernant la notion de la récupération motrice du MS. Les auteurs fixaient des seuils relatifs aux scores de tests de fonction qui différaient selon le moment d'évaluation. De manière générale, la probabilité de récupérer une certaine fonction motrice était inversement proportionnelle au temps qui passe.

III.6 Sous-question 3 – Fenêtre temporelle de prédiction

Le meilleur moment pour effectuer une prédiction était à 3 jours, lors de la phase aigüe post-AVC, puis à 7 et 28 jours.

Les variables indépendantes prédictives changeaient en fonction du temps. A 3, 7 jours et 2 semaines, la récupération fonctionnelle du MS était principalement prédite par les capacités motrices du bras lui-même.

En plus de cette variable principale, d'autres variables amélioreraient substantiellement le pronostic (Tableau 6).

III.7 Sous-question 4 – Les variables cliniques prédictives sont-elles suffisantes pour prédire la récupération motrice ?

Aucun des paramètres de prédiction n'était capable de pronostiquer la récupération à 100%. Le modèle de récupération proportionnel de Prabhakaran *et al.* (2008) expliquait 89% de la récupération. Ils ont constaté que 95% de la récupération inexplicée (11%) par les variables cliniques étaient attribuables à une variable interindividuelle. Ceci impliquait l'existence des processus biologiques non identifiés, expliquant les différences interindividuelles observées. Des recherches devaient encore être menées à ce sujet^(19,24,25,27,28).

III.8 Sous-question 5 – Évaluateurs

Les physiothérapeutes réalisaient l'évaluation fonctionnelle dans cinq études et sont formés aux tests dans trois études. La compétence des évaluateurs était inconnue dans cinq études.

IV. DISCUSSION

Variables cliniques prédictives principales

Les mouvements précoces d'EVD et de la main (force de préhension) après l'AVC sont des indicateurs significatifs d'une fonction motrice du MS à 6 mois post-AVC^(18,20,29). Le retour de l'EVD serait induit par des processus spontanés de récupération neurologique⁽²⁶⁾. Ceci peut s'expliquer par la préservation de l'innervation de l'hémisphère affecté^(19,21) ou par une certaine réversibilité des dommages de la voie cortico-spinale⁽²⁷⁾. Winters *et al.* (2014) émettent l'hypothèse que les changements dans l'intégrité de la voie cortico-spinale sont associés à la taille de la lésion, aux processus impliquant la récupération de réseaux neuronaux⁽⁴⁵⁾ et à la neuro-plasticité homéostatique dans les premières semaines post-AVC⁽⁴⁶⁾.

La représentation cortico-motoneuronale du mouvement distal (la main) est principalement unilatérale alors que le mouvement proximal (bras) est représenté bilatéralement⁽³⁰⁾. La présence précoce de l'EVD après l'AVC est donc une variable pronostique principale quant à la récupération motrice du MS.

Si l'EVD revient dans la fenêtre temporelle correspondant à la récupération neurologique, le pronostic à 6 mois change et devient favorable à une récupération du MS⁽²⁶⁾. La fenêtre de récupération de l'EVD est de 56 jours après le début de l'AVC⁽²⁶⁾. Néanmoins, ce regain s'opère dans les 32 jours pour plus de la moitié des patiente-s qui récupèrent⁽²⁶⁾. La probabilité de récupérer diminue donc si les capacités motrices du patient ne s'améliorent pas au fil du temps^(19,24).

L'AE est également une variable clinique prédictive, élément essentiel de plusieurs modèles pronostiques, souvent associé à l'EVD^(19,20,29). Chez les patiente-s avec une EVD et une AE, la probabilité de retrouver un ARAT ≥ 10 est de 98% entre 3 et 9 jours contre 25% à 3 jours et 14% à 9 jours chez les sujets sans EVD ni AE. Pour Nijland *et al.* (2010), ceci suggère que la viabilité du système cortico-spinal est presque

entièrement définie dans les premiers jours après l'AVC, comme la récupération motrice à 6 mois. L'AE peut être le reflet du couplage neural et du contrôle moteur au sein du membre, entre le segment proximal et distal. Une récente étude montre que le contrôle moteur du coude et la flexion du coude dépend de l'AE⁽³¹⁾. Ellis *et al.* (2009) montrent que l'augmentation de la taille de la zone corticale du MS n'est pas expliquée par le gain de force des muscles du MS, mais par l'amélioration de la coordination multi-articulaire et du contrôle indépendant des articulations du MS. Partant de ce postulat, la coordination et les synergies des segments du MS, en lien avec un mouvement d'atteinte (et d'AE), peuvent être une variable à étudier pour prédire la récupération du MS.

Les sous-scores des tests évaluant la déficience du MS comme le FM-MS et l'IM-MS^(22,23) sont significatifs dans la prédiction de la motricité du MS. Ces résultats mettent en évidence que la déficience du MS lui-même permet de prédire sa récupération.

La fonction somatosensorielle est une variable prédictive du retour moteur au niveau du MS. L'atteinte sensorielle favorise l'utilisation de schémas de compensation⁽²²⁾. La compensation engendre une privation d'expériences sensorielles et motrices nécessaires à l'optimisation de la neuroplasticité et par extension, à la récupération⁽³²⁾. Cette variable serait déterminante pour la prédiction et la récupération motrice du MS.

La motricité du MI semble également prédire la présence et l'absence de récupération motrice du MS⁽²³⁾ et principalement chez les patients avec un MS sévèrement déficitaire^(24,25,26). D'autres recherches confirment ces résultats⁽³³⁾ sans qu'aucune étude ne propose d'explication neurophysiologique.

Variables cliniques prédictives secondaires

Au-Yeung *et al.* (2009) montrent que le tonus musculaire initial ne permet pas de prédire la dextérité ultérieurement. La spasticité sévère est négativement associée à la récupération⁽²³⁾. La spasticité après un AVC entraîne une restriction de mobilité, entraînant à son tour de la spasticité⁽³⁶⁾. Ce symptôme permet l'utilisation du MS (fonction d'appui), mais selon son intensité et sa localisation, il est source de déficience⁽³⁴⁾. La spasticité sévère pronostiquerait la récupération motrice, contrairement à la spasticité légère.

La sévérité de l'AVC (classification de Bamford et échelle NIHSS) est une variable secondaire qui précise la prédiction⁽²⁰⁾, mais pas assez pour être intégrée aux modèles prédictifs⁽²²⁾. Ces résultats sont déjà mis en lumière dans la revue systématique de Coupar *et al.* (2011)⁽⁴⁰⁾.

Variables cliniques testées non significatives pour la prédiction

Les problèmes musculosquelettiques de l'épaule, la négligence, la latéralité de la lésion, l'ethnie, le temps entre l'AVC et l'évaluation, le sexe et l'âge sont en lien avec la récupération motrice du MS⁽²⁸⁾ mais pas avec la prédiction. L'âge avancé impacte défavorablement la neuroplasticité⁽³⁵⁾, mais si la personne âgée est entraînée, elle récupère mieux qu'un sujet jeune non-entraîné⁽³⁵⁾. L'âge est une variable impliquée dans la prédiction de la récupération, bien qu'elle soit influencée par de nombreux facteurs. Ces variables

étaient trop globales et mériteraient d'être plus détaillées et étudiées.

Sous-question 2 – Tests choisis pour évaluer la récupération fonctionnelle

Pour évaluer la récupération motrice, les tests utilisés sont : le FM (6 études), l'ARAT (4 études) et le MAS (1 étude). Ils sont fortement corrélés (validité concomitante) et équivalents en termes de sensibilité au changement⁽³⁷⁾. Le FM est utilisé dans les études longitudinales⁽³⁸⁾ et a une bonne fiabilité dans l'évaluation des déficiences du MS chez les patients en réadaptation post-AVC⁽³⁹⁾.

Seuils des tests fonctionnels pour définir la récupération fonctionnelle des MS

Il n'y a pas de consensus en matière de seuil aux scores de l'ARAT et du FM reflétant la récupération. Cette lacune complexifie l'interprétation et la comparaison des résultats (Tableau 3). Les variables indépendantes sont dichotomisées, ce qui permet de pronostiquer la récupération de façon binaire et non individuelle. Aucune information n'est donnée concernant les patients qui n'atteignent pas ces scores.

Les seuils de récupération diffèrent entre les auteurs : ARAT ≥ 10 points^(19,24), ARAT ≥ 35 points⁽²²⁾. Un score ARAT supérieur à 10 points signifie que le patient récupère une certaine dextérité⁽¹⁹⁾, sans refléter la réalité de cette faible récupération⁽⁵⁷⁾. Cette divergence illustre le manque de consensus quant aux définitions et aux seuils associés à la récupération.

Les seuils du FM choisis sont FM ≥ 32 points^(20,21) et FM ≥ 58 points⁽²¹⁾. Le seuil FM ≥ 32 points (déficience légère) correspond à la capacité de boire⁽⁴¹⁾, ce qui est considéré comme étant primordial pour le patient. Ghaziani *et al.* (2020) choisissent d'utiliser un seuil ≥ 58 points car il correspond à l'utilisation régulière du MS parétique dans les activités de la vie quotidienne. Woodbury *et al.* (2013) définissent trois seuils au test FM-MS (sévere (0-19 points), modéré (19-47 points), léger (47-60 points)) par analyse mathématique⁽⁵⁹⁾. Woytowicz *et al.* (2017) rapportent que les études dont le but est de catégoriser les patients selon leur score au FM-MS déterminent subjectivement les seuils de score⁽⁶⁰⁾. Ce manque de consensus explique la diversité des seuils choisis.

Comparaison entre les variables isolées et les modèles de prédiction

Les auteurs créent des modèles de prédiction sous forme d'équations à partir de leurs meilleures variables cliniques prédictives, se basent sur les variables cliniques prédictives, ou misent sur la valeur prédictive d'une variable prédictive isolée.

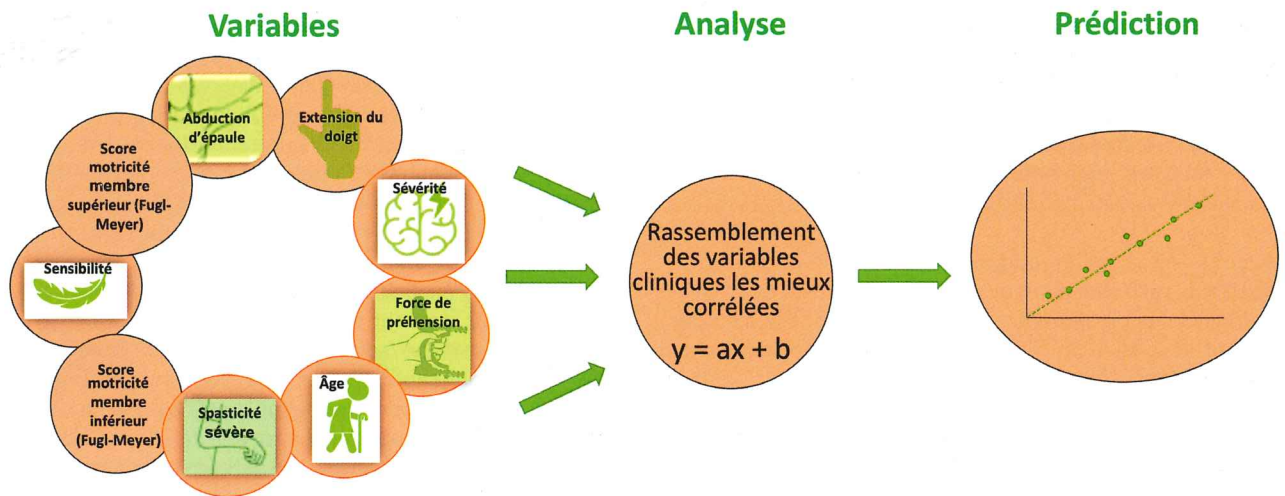
Variables isolées

L'extension des doigts à 7 jours⁽¹⁸⁾ et les scores de motricité du MS comme le FM-MS et l'IM-MS^(18,22) dès un mois sont significatifs isolément pour la prédiction de la récupération motrice.

Dans l'étude de Kwakkel *et al.* (2003), le seuil du score du FM-MS est différent chaque semaine afin que cette variable puisse prédire la récupération. Ces tests isolément effectués présentent l'avantage de diminuer le temps et la complexité de l'évaluation, en comparaison avec un modèle fait de plusieurs variables.

Figure 3

Définition des modèles pronostiques



Les modèles pronostiques sont composés de plusieurs variables cliniques afin d'augmenter la précision de la prédiction. L'addition des variables les mieux corrélées à la récupération se fait sous forme d'équation de régression linéaire, bivariable ou multiple. $y = ax + b$, fonction affine.

Cependant, les variables isolées prédisent une fraction moins importante de la récupération que lorsqu'elles sont combinées.

Modèles

L'addition des capacités prédictives des variables permet d'augmenter la capacité de prédiction de la récupération (Figure 3).

Le défi est d'insérer le bon nombre de variables pour arriver à un seuil de prédiction correct (pour lequel il n'y a pas de consensus). Ce seuil de prédiction est de 80.81%⁽²⁸⁾ à 98%⁽¹⁹⁾ (Tableau 3).

Issus pour la plupart d'études prospectives, ces modèles ne sont pas testés en clinique, laissant la question de leur robustesse et de leur applicabilité en suspens. Ces études prospectives réalisent les évaluations précocement, mais les équations rétrospectivement.

Prabhakaran *et al.* (2008) scindent leur échantillon en deux groupes de patients : ceux qui suivent un modèle de récupération proportionnelle et ceux qui ne récupèrent pas. Dans le modèle de récupération proportionnelle^(27,25), les scores de déficience initiale et la moyenne des variables cliniques secondaires expliquent 89% à 94% de la récupération à 6 mois, une fois les scores aberrants (de ceux qui ne récupèrent pas) supprimés⁽²⁷⁾. En conservant tous les résultats de l'échantillon initial, ce modèle n'explique que 47% de la récupération⁽²⁷⁾. Définir prospectivement et justement les sujets qui ne récupèrent pas n'est pas aisé⁽²⁵⁾. Le modèle semble applicable aux patients avec une déficience légère à modérée du MS⁽⁴²⁾. Ceci démontre une relation systématique entre la déficience initiale et le processus de récupération motrice (Δ FM-MS)⁽⁴³⁾ mais ce modèle est critiqué pour sa propension à surestimer la prévisibilité de la récupération⁽⁴⁴⁾.

Sous-question 3 – Fenêtre temporelle des tests cliniques pronostiques

La fenêtre temporelle pour réaliser les tests afin d'obtenir un pronostic se situe entre trois jours (phase aigüe) et trente jours (phase subaigüe précoce).

Le moment idéal de réalisation du pronostic semble directement dépendre des variables prédictives étudiées et du seuil des scores (FM-MS, IM-MS, ...) qui leur est attribué. La meilleure fenêtre prédictive est à trois jours^(27,25,20). Les prédictions à sept jours^(18,21) et à quatorze jours⁽²³⁾ sont également significatives. Les auteurs qui ont comparé plusieurs fenêtres temporelles trouvent qu'au-delà de 30 jours, la précision de la prédiction ne peut pas être augmentée⁽²⁴⁾.

Sous-question 4 – Les variables cliniques prédictives isolées suffisent-elles ?

Le pouvoir de prédiction des variables cliniques semble suffisant chez les patients avec une atteinte légère à modérée^(19,20) (Tableau 4). La récupération semble suivre le modèle proportionnel (PROP) chez ces patients^(27,25). La probabilité de récupérer est de 98%⁽¹⁹⁾ si les sujets ont une EVD et une AE précoce. La présence d'un potentiel évoqué moteur prédit un bon résultat moteur⁽⁴⁷⁾. La capacité de prédiction des variables de neuroimagerie comme le scanner (CT), l'IRM structurale, l'IRM fonctionnelle (qui prédit jusqu'à 86% des résultats moteurs)⁽⁴⁸⁾, l'imagerie du tenseur de diffusion⁽⁴⁹⁾ est controversée et sans consensus^(50,51). La meilleure prédiction résulte de l'addition des variables cliniques et neurophysiologiques⁽⁵¹⁾.

Chez les sujets avec une déficience sévère du MS, les variables cliniques ne suffisent pas pour prédire la récupération⁽⁴³⁾. Le modèle de récupération proportionnelle ne s'applique pas non plus à ce groupe de patients (POOR)⁽²⁷⁾. Chez ces patients, l'adjonction de variables neurophysiologiques et de neuro-imagerie semble nécessaire afin d'améliorer le pronostic⁽⁵²⁾. L'IRM et la stimulation transcrânienne

magnétique doivent être utilisées pour définir le pronostic moteur de cette population⁽⁸⁰⁾. Nonobstant, les preuves du pouvoir prédictif des variables neurophysiologiques (potentiel évoqué moteur) et de neuroimagerie (IRM, imagerie du tenseur de diffusion), restent limitées et controversées⁽⁵³⁾. La présence ou l'absence de potentiel évoqué moteur chez ces patients a une valeur prédictive semblable aux variables cliniques⁽⁵⁴⁾. Le développement d'un algorithme combinant l'utilisation de mesures cliniques, neurophysiologiques et de neuro-imagerie augmente la précision de la prédiction chez les patients sévèrement atteints⁽⁵⁵⁾.

Aucune revue systématique ne compare le pouvoir prédictif des variables cliniques avec les variables neurophysiologiques et de neuro-imagerie. La conclusion des études qui ont analysé le pouvoir de prédiction de ces différents moyens diverge^(50,51).

Sous-question 5 – Qualification des évaluateurs

Le corps de métier le plus habilité à effectuer les tests de motricité (FM, ARAT) est les physiothérapeutes⁽³⁸⁾, ce qui confirme la pertinence de leur sélection pour cette tâche. La qualification des évaluateurs est inconnue dans cinq des onze études. Aucune étude n'investigue l'importance de la qualification des évaluateurs pour la validité de l'évaluation.

Perspectives cliniques

Pour être applicable en clinique, les tests associés aux variables prédictives doivent être pertinents, rentables, réalisables rapidement⁽²⁰⁾ et facile à intégrer aux routines d'évaluation des patients⁽²⁸⁾ car ces derniers sont souvent fatigués après l'AVC⁽⁵⁶⁾.

Le problème réside dans le risque d'incertitude de la prédiction. Les modèles de prédiction actuels recommandent d'axer le traitement sur la compensation chez les patients avec un mauvais pronostic^(25,52). Il n'existe pas de traitement validé qui permette d'améliorer la fonction motrice du MS lorsque le pronostic est mauvais⁽⁵⁷⁾. Cependant, certains patients avec un mauvais pronostic finissent par récupérer^(27,25,26), sans que ce phénomène soit expliqué. Il faut donc être prudent dans le choix des traitements pour ce sous-groupe⁽⁵⁸⁾. Le manque de connaissances sur les processus neurophysiologiques et les facteurs extrinsèques⁽²⁰⁾ sur la récupération motrice du MS reste à être comblé par de futures recherches.

V. CONCLUSION

Le but de ce travail était de recenser les connaissances actuelles sur les paramètres cliniques qui permettent de prédire la récupération motrice du MS hémiparétique en phase aigüe et subaigüe précoce. Onze études sont incluses dans ce travail. Les variables cliniques, mesurées par des physiothérapeutes, qui s'avèrent être prédictives du pronostic de récupération du MS sont: l'EVD (quatre études), l'AE (trois études), le score au test FM (cinq études) et la sensibilité (cinq études). La combinaison de variables cliniques significatives dans un modèle permet d'augmenter la précision de la prédiction. Pour les patients avec un score initialement faible, les meilleures variables sont le FM-MI et l'IM-MI. Le meilleur moment pour effectuer la prédiction de la récupération motrice (selon l'ARAT ≥ 10) est à 3 jours après l'AVC. Malgré l'incapacité des variables cliniques prédictives à pronostiquer la récupération motrice du MS à 100%, elles suffisent chez les patients avec une déficience légère à modérée. Chez les sujets avec une déficience sévère, l'ajout de variables neurophysiologiques permettrait d'augmenter la précision de la prédiction.

IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- Les variables cliniques, évaluées par des physiothérapeutes, sont prometteuses et devraient être étudiées pour la prédiction de la récupération motrice du membre supérieur.
- Les variables cliniques prédictives seraient différentes selon la sévérité de l'atteinte du membre supérieur et selon la fenêtre temporelle d'évaluation.
- Le pouvoir prédictif serait amélioré lorsque les variables cliniques sont additionnées et insérées dans des modèles de prédiction (probabilité de récupérer).
- Ces informations sont à considérer avec prudence car ces résultats devraient encore être validés.

Contact

Virginie ALDER
E-mail: virginie.alder@latour.ch

ART: TRUETAPE 9200/03/06/08 - FOOTRAINER 18020000

VISTAWELL

sport . health . movement

since 1984

2014 Bôle / 3
office@vistawell.ch / T 032



800

ARTICLES

sport - santé - mouvement

pour les physiothérapeutes







WWW.VISTAWELL.CH

NOUS SOMMES CO-SPONSOR DE 

Références

1. Fujita T, Yamamoto Y, Yamane K, Tsuchiya K, Ohira Y, Otsuki K, Iokawa K. Abdominal muscle strength and the recovery of upper extremity function in stroke patients: a study using propensity score matching. *Disability and Rehabilitation*. 2019;1-6.
2. Kalichman L, Ratmansky M. Underlying Pathology and Associated Factors of Hemiplegic Shoulder Pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2011;90(9), 768-780.
3. Ada L, Canning CG, Carr JH, Kilbreath SL, Shepherd RB. Chapter 12, Task specific training of reaching and manipulation. *Advances in Psychology*. 1994;239-265.
4. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What Do Motor "Recovery" and "Compensation" Mean in Patients Following Stroke? *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008;23(4), 313-319.
5. Loubinoux I, Brihmat N, Castel-Lacanal E, Marque P. Cerebral imaging of poststroke plasticity and tissue repair. *Revue Neurologique*. 2017;173(9), 577-583.
6. Carmichael ST. The 3 Rs of Stroke Biology: Radial, Relayed, and Regenerative. *Neurotherapeutics*. 2015;13(2), 348-359.
7. Biao O, Abderahim R, Soto Ares G, Jissendi Tchofo P. Diaschisis cortico cérébelleux croisé post-état de mal épileptique. *Journal de radiologie*. 2008;89: 507-509.
8. Lotze M, Ladda AM, Stephan KM. Cerebral Plasticity as the Basis for Upper Limb Recovery following Brain Damage. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2019.
9. Krakauer JW. Motor learning: Its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current opinion in neurology*. 2006;19(1), 84-90.
10. Cortes JC, Goldsmith J, Harran MD, Xu J, Kim N, Schambra HM, Luft AR, Celnik P, Krakauer JW, Kitago T. A Short and Distinct Time Window for Recovery of Arm Motor Control Early After Stroke Revealed With a Global Measure of Trajectory Kinematics. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2017;31(6), 552-560.
11. Xu J, Ejaz N, Hertler B, Branscheidt M, Widmer M, Faria AV, Harran MD, Cortes JC, Kim N, Celnik PA, Kitago T, Luft AR, Krakauer JW, Diedrichsen J. Separable systems for recovery of finger strength and control after stroke. *Journal of Neurophysiology*. 2017;118(2), 1151-1163.
12. Kitago T, Liang J, Huang VS, Hayes S, Simon P, Tenteromano L, Lazar RM, Marshall RS, Mazzoni P, Lennihan L, Krakauer JW. Improvement After Constraint-Induced Movement Therapy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2012;27(2), 99-109.
13. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, Pomeroy VM, Langhorne P. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014.
14. Paolucci S, Antonucci G, Grasso MG, Morelli D, Troisi E, Coiro P, Bragoni M. Early versus delayed inpatient stroke rehabilitation: A matched comparison conducted in Italy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000;81(6), 695-700.
15. Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD, Landsman PB, Samsa GP, Matchar DB. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. *Stroke*. 1994;25(6), 1181-1188.
16. Béjot Y, Aboa-Eboulé C, Marie C, Giroud M. Effet neuroprotecteur de l'accident ischémique transitoire. *La Presse Médicale*. 2011;40(2), 167-172.
17. Law M, Stewart D, Pollock N, Letts L, Bosch J, Westmorland M. Guidelines for critical review form - quantitative studies. 1998.
18. Smania N, Paolucci S, Tinazzi M, Borghero A, Manganotti P, Fiaschi A, Moretto G, Bovi P, Gambarin M. Active Finger Extension: A Simple Movement Predicting Recovery of Arm Function in Patients With Acute Stroke. *Stroke*. 2007;38(3), 1088-1090.
19. Nijland RHM, van Wegen EEH, Harmeling-van der Wel BC, Kwakkel G. Presence of Finger Extension and Shoulder Abduction Within 72 Hours After Stroke Predicts Functional Recovery: Early Prediction of Functional Outcome After Stroke: The EPOS Cohort Study. *Stroke*. 2010;41(4), 745-750.
20. Snickars J, Persson H, Sunnerhagen K. Early clinical predictors of motor function in the upper extremity one month post-stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017;49(3), 216-222.
21. Ghaziani E, Couppé C, Siersma V, Christensen H, Magnusson SP, Sunnerhagen KS, Persson HC, Alt Murphy M. Easily Conducted Tests During the First Week Post-stroke Can Aid the Prediction of Arm Functioning at 6 Months. *Frontiers in Neurology*. 2020;10.
22. Au-Yeung SSY, Hui-Chan CWY. Predicting recovery of dextrous hand function in acute stroke. *Disability and Rehabilitation*. 2009;31(5), 394-401.
23. Kong KH, Chua KSG, Lee J. Recovery of Upper Limb Dexterity in Patients More than 1 Year after Stroke: Frequency, Clinical Correlates and Predictors. *NeuroRehabilitation*. 2011;28(2): 105-11.
24. Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJH. Probability of Regaining Dexterity in the Flaccid Upper Limb: Impact of Severity of Paresis and Time Since Onset in Acute Stroke. *Stroke*. 2003;34(9), 2181-2186.
25. Winters C, van Wegen EEH, Daffertshofer A, Kwakkel G. Generalizability of the Proportional Recovery Model for the Upper Extremity After an Ischemic Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2014;29(7), 614-622.
26. Winters C, Kwakkel G, Nijland R, van Wegen E. When Does Return of Voluntary Finger Extension Occur Post-Stroke? A Prospective Cohort Study. *PLOS ONE*. 2016;11(8), e0160528.
27. Prabhakaran S, Zarahn E, Riley C, Speizer A, Chong JY, Lazar RM, Marshall RS, Krakauer JW. Inter-individual Variability in the Capacity for Motor Recovery After Ischemic Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2007;22(1), 64-71.
28. Feys H, De Weerd W, Nuyens G, Van De Winckel A, Selz B, Kiekens C. Predicting motor recovery of the upper limb after stroke rehabilitation: value of a clinical examination. *Physiotherapy Research International*. 2000;5(1), 1-18.
29. Stinear CM, Barber PA, Smale PR, Coxon JP, Fleming MK, Byblow WD. Functional potential in chronic stroke patients depends on corticospinal tract integrity. *Brain*. 2006;130(1), 170-180.
30. Morecraft RJ, Herrick JL, Stilwell-Morecraft KS, Louie JL, Schroeder CM, Ottenbacher JG, Schoolfield MW. Localization of arm representation in the corona radiata and internal capsule in the non-human primate. *Brain*. 2002;125(1), 176-198.
31. Ellis MD, Sukal-Moulton T, Dewald JPA. Progressive Shoulder Abduction Loading is a Crucial Element of Arm Rehabilitation in Chronic Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009;23(8), 862-869.
32. Liepert J, Bauder H, Miltner WHR, Taub E, Weiller C. Treatment Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans. *Stroke*. 2000;31(6), 1210-1216.
33. Van Kuijk A, Pasman J, Hendricks H. Predicting Hand Motor Recovery in Severe Stroke: The Role of Motor Evoked Potentials in Relation to Early Clinical Assessment. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008;23 (1), 45-51.
34. Paget-Blanc A, Chang JL, Saul M, Lin R, Ahmed Z, Volpe BT. Non invasive treatment of patients with upper extremity spasticity following stroke using paired trans-spinal and peripheral direct current stimulation. *Bioelectronic Medicine*. 2019;5(1).
35. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 2008;51(1), S225.
36. Sommerfeld DK, Gripenstedt U, Welmer AK. Spasticity After Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2012;91(9), 814-820.
37. Van der Lee JH, de Groot V, Beckerman H, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Bouter LM. The intra- and interrater reliability of the action research arm test: A practical test of upper extremity function in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(1), 14-19.
38. Canadian Partnership for Stroke Recovery. Fugl-Meyer Assessment, Tableau de synthèse. 2018.
39. Gowland C, Sanford J, Moreland J, Swanson LR, Stratford PW. Reliability of the Fugl-Meyer Assessment for Testing Motor Performance in Patients Following Stroke. *Research Report, Physical Therapy*. 1993;73, 7.
40. Coupar F, Pollock A, Rowe P, Weir C, Langhorne P. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2011;26(4), 291-313.
41. Murphy MA, Willen C, Sunnerhagen KS. Movement Kinematics During a Drinking Task Are Associated With the Activity Capacity Level After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2012;26(9), 1106-1115.
42. Kwah L, Herbert R. Prediction of Walking and Arm Recovery after Stroke: A Critical Review. *Brain Sciences*. 2016;6(4), 53.

43. Kundert R, Goldsmith J, Veerbeek JM, Krakauer JW, Luft AR. What the Proportional Recovery Rule Is (and Is Not): Methodological and Statistical Considerations. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2019;Nov;33(11):876-887.

44. Van der Vliet R, Selles RW, Andrinopoulou E, Nijland R, Ribbers GM, Frens MA, Meskers C, Kwakkel G. Predicting upper limb motor impairment recovery after stroke: a mixture model. *Annals of Neurology*. 2020.

45. Brouns R, De Deyn PP. The complexity of neurobiological processes in acute ischemic stroke. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2009;111(6), 483-495.

46. Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*. 2009;10(12), 861-872.

47. Hayward KS, Neva JL, Mang CS, Peters S, Wadden KP, Ferris JK, Boyd LA. Interhemispheric Pathways Are Important for Motor Outcome in Individuals with Chronic and Severe Upper Limb Impairment Post Stroke. *Neural Plasticity*. 2017;1-12.

48. Rehme AK, Volz LJ, Feis DL, Eickhoff SB, Fink GR, Grefkes C. Individual prediction of chronic motor outcome in the acute post-stroke stage: Behavioral parameters versus functional imaging. *Human Brain Mapping*. 2015;36(11), 4553-4565.

49. Buch ER, Rizk S, Nicolo P, Cohen LG, Schneider A, Guggisberg AG. Predicting motor improvement after stroke with clinical assessment and diffusion tensor imaging. *Neurology*. 2016;86(20), 1924-1925.

50. Auriat AM, Neva JL, Peters S, Ferris JK, Boyd LA. A Review of Transcranial Magnetic Stimulation and Multimodal Neuroimaging to Characterize Post-Stroke Neuroplasticity. *Frontiers in Neurology*. 2015;6.

51. Pennati GV, Plantin J, Carment L, Roca P, Baron JC, Pavlova E, Borg J, Lindberg PG. Recovery and Prediction of Dynamic Precision Grip Force Control After Stroke. *Stroke*. 2020.

52. Stinear CM, Byblow WD. Predicting and accelerating motor recovery after stroke. *Current Opinion in Neurology*. 2014;1.

53. Boyd L, Winstein C. Providing Explicit Information Disrupts Implicit Motor Learning After Basal Ganglia Stroke. *Learning & Memory*. 2004;11(4), 388-396.

54. Van Kuijk AA, Pasman JW, Hendricks HT, Zwartz MJ, Geurts ACH. Predicting Hand Motor Recovery in Severe Stroke: The Role of Motor Evoked Potentials in Relation to Early Clinical Assessment. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008;23(1), 45-51.

55. Connell LA, Smith MC, Byblow WD, Stinear CM. Implementing biomarkers to predict motor recovery after stroke. *NeuroRehabilitation*. 2018;43(1), 41-50.

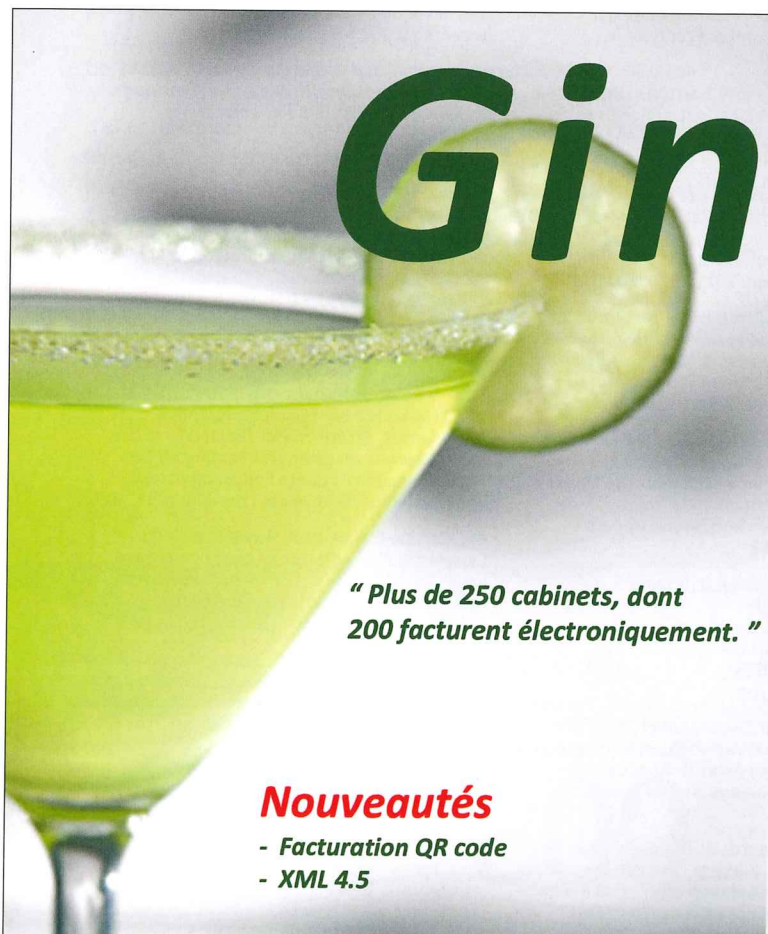
56. Summers D, Leonard A, Wentworth D, Saver JL, Simpson J, Spilker JA, Hock N, Miller E, Mitchell P. Comprehensive Overview of Nursing and Interdisciplinary Care of the Acute Ischemic Stroke Patient: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Stroke*. 2009;40(8), 2911-2944.

57. Hoonhorst MH, Nijland RH, van den Berg JS, Emmelot CH, Kollen BJ, Kwakkel G. How do Fugl-Meyer Arm Motor Scores relate to dexterity according to the Action Research Arm Test at 6 months poststroke? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015;96(10), 1845-1849.

58. Koh CL, Pan SL, Jeng JS, Chen BB, Wang YH, Hsueh IP, Hsieh CL. Predicting Recovery of Voluntary Upper Extremity Movement in Subacute Stroke Patients with Severe Upper Extremity Paresis. *PLOS ONE*. 2015;10(5), e0126857.

59. Woodbury ML, Velozo CA, Richards LG, Duncan PW. Rasch Analysis Staging Methodology to Classify Upper Extremity Movement Impairment After Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2013.

60. Woytowicz EJ, Rietschel JC, Goodman RN, Conroy SS, Sorkin JD, Whitall J, McCombe Waller S. Determining Levels of Upper Extremity Movement Impairment by Applying a Cluster Analysis to the Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity in Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2017;98(3), 456-462.



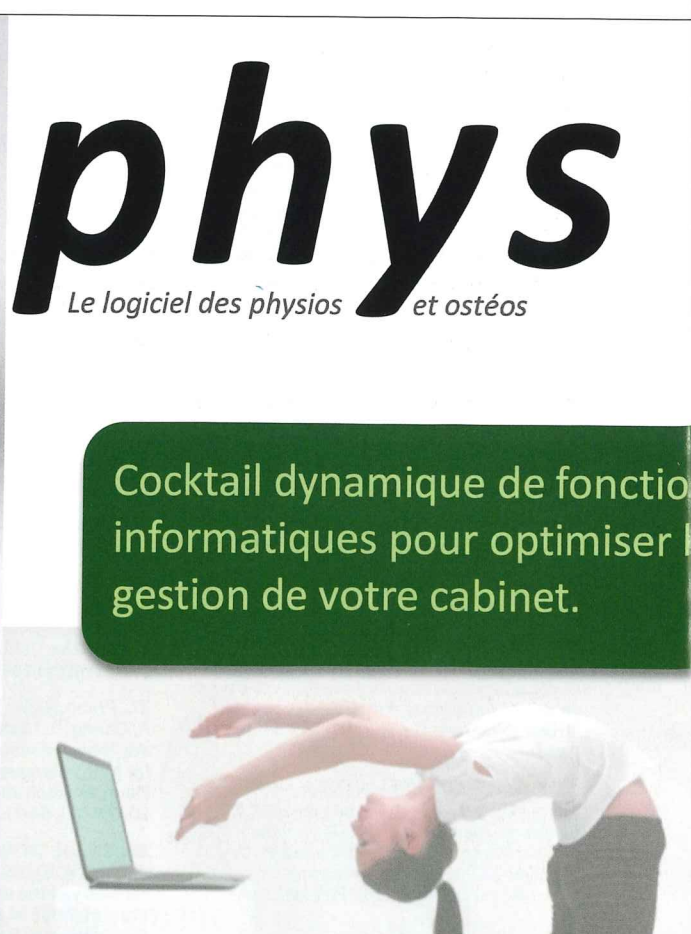
Ginphys

Le logiciel des physios et ostéos

" Plus de 250 cabinets, dont 200 facturent électroniquement. "

Nouveautés

- Facturation QR code
- XML 4.5



Cocktail dynamique de fonctionnalités informatiques pour optimiser la gestion de votre cabinet.