

COMMUNAUTE FRANCAISE
HAUTE ECOLE ROBERT SCHUMAN
CATEGORIE PARAMEDICALE
6800 LIBRAMONT

***Multitest-Equilibre® : outil d'évaluation
et de rééducation chez les
hémiplésiques.***

Travail de fin d'études présenté
pour l'obtention du grade académique de
Master en kinésithérapie
Par

MASSIERE Marion
JUIN 2010

Résumé

Objectif : Evaluer et rééduquer l'équilibre chez des patients hémiplegiques par le Multitest®.

Méthode : Ce travail a été réalisé sur une population de 11 sujets hémiplegiques âgés de 29 à 64 ans. L'équilibre de tous les sujets a été évalué avant et après le programme de rééducation avec le Berg Balance Scale, le PASS et le test de Tinetti. Un bilan initial et final a également été réalisé sur le Multitest®. Les patients ont suivi le programme de rééducation « prévention chute » pendant un total de quinze séances de six minutes chacune.

Résultats : Les résultats obtenus ont montré des améliorations indiscutables ($p > 0,99$) des scores des tests d'équilibre, de l'utilisation des différentes afférences sensorielles ainsi que du taux de stabilité dans les six conditions, tout comme une diminution hautement significative de la dépendance visuelle ($p > 0,99$). L'interprétation des autres paramètres est plus difficile à mettre en évidence.

Conclusion : D'une manière globale, suite au programme de rééducation établi, les patients ont amélioré leur équilibre par une meilleure utilisation des différentes entrées et une augmentation de leur taux de stabilité. Par conséquent, la plateforme Multitest® semble avoir toute sa place dans l'évaluation et la rééducation des patients hémiplegiques. Cependant il serait intéressant d'étendre cette étude à un plus grand échantillon et comparer les résultats obtenus avec une groupe témoin afin d'évaluer précisément le réel impact de cette plateforme dans la rééducation des patients hémiplegiques.

Mots clés : équilibre ; hémiplegie ; Multitest® ; évaluation ; rééducation.

Abstract

Objective : Assess and rehabilitate the balance of hemiplegic patients via the Balance Quest®.

Method: The research was carried out on a sample of 11 hemiplegic patients aged from 29 to 64 years old. The balance of all patients was assessed pre- and post-implementation of the reeducation program with the three following tools: Berg Balance Scale, PASS and Tinetti test. The initial and final appraisals were established with the Balance Quest®. All patients had to undergo the rehabilitation program named « tumble prevention » over fifteen sessions of six minutes each.

Results : The results of the observations showed a clear improvement ($p > 0.99$) of the patients' balance test scores, sensorial sensitivities, and stability ratios in each of the six scenarios, in addition to a significant increase in visual reliance ($p > 0.99$). The other parameters were much more difficult to interpret.

Conclusion: Overall, the rehabilitation program enabled the patients to improve their balance via a better use of their sensorial connectivities and an increase in their stability ratios. As a result, this Balance Quest® platform seems to prove an efficient tool to assess and rehabilitate hemiplegic patients. However, it would be worthwhile applying this research onto a larger sample and comparing the results with the tested sample so as to precisely evaluate the true impact of this platform on the rehabilitation of hemiplegic patients.

Keywords : balance ; hemiplegia ; Balance Quest® ; assessment ; rehabilitation.

1. Introduction

J.Massion disait : « *la posture doit répondre à deux impératifs en apparence contradictoires : permettre le mouvement d'un segment tout en stabilisant les autres segments pour assurer le maintien de la station érigée chez l'homme* » [1]. Cela implique donc la présence d'un système de régulation automatique, opposé à la pesanteur, qui permettrait de garantir cet équilibre [2]. En effet, l'efficacité du contrôle postural repose sur trois grandes fonctions neurosensorielles : la vision, la somesthésie et le vestibule. Les informations recueillies par chaque entrée sensorielle doivent ensuite être traitées par le système nerveux central [3]. Ce système hiérarchisé est composé de deux niveaux internes : la moelle épinière et le cervelet, ainsi que d'un troisième niveau formé par les ganglions de la base et le cortex [4]. Si un déficit survient, l'ensemble de cette organisation est perturbé et il en résulte des dysfonctionnements posturaux [5].

Dans le cadre de la prise en charge du patient hémiparétique, l'équilibre est une priorité essentielle dans la récupération de la maladie [6, 7, 8]. Chez ces patients, la capacité d'équilibration est fortement altérée. Leur équilibre est caractérisé par : une augmentation de la base de sustentation, une asymétrie des appuis, une perte d'ajustement postural rapide et une difficulté dans la sélection des informations sensorielles pertinentes, se traduisant généralement par un comportement de dépendance visuelle [6, 7, 9, 10]. C'est pourquoi, la rééducation de l'équilibre chez les personnes cérébrolésées est d'une importance capitale. Sackley [11] est une des premières à s'être intéressée à la récupération de l'équilibre chez les patients victimes d'AVC.

Dans les années 80, les premières études préconisant des exercices sur plateforme de force avec ou sans biofeedback ont vu le jour [6]. Par la mesure instrumen-

tale des différents paramètres d'équilibration, ces plateformes ont permis une meilleure compréhension des mécanismes du contrôle postural et par conséquent une analyse sémiologique des troubles posturaux [1, 12]. Grâce à la mesure des forces exercées sur le plateau, on peut suivre les variations du centre de pression (CdP). Ces informations sont ensuite traduites en signal électrique. Il existe deux grands types de posturographie :

- statique : l'examen doit être reproductible afin d'être comparé à des normes. Ainsi, la distance avec la cible, l'écartement des pieds et la durée d'acquisition sont des paramètres fixés. Les conditions peuvent être variées : les yeux ouverts (YO), les yeux fermés (YF), sur un tapis mousse, en équilibre unipodal. Pour chaque condition, l'ordinateur trace le statokinésigramme, il correspond à la projection plusieurs fois par seconde, du CdP. On peut ainsi en déduire : la longueur, la surface, l'amplitude, la vitesse et la fréquence d'oscillation du CdP, qui seront des indicateurs de la capacité du sujet à maintenir la station bipodale. On peut aussi calculer le quotient de Romberg afin d'évaluer l'importance de l'entrée visuelle.

- dynamique : elle vise à évaluer les réactions d'équilibration d'un sujet par rotation, translation de la plateforme. Les performances du patient sont analysées par ordinateur afin d'évaluer les réactions d'équilibration et les stratégies utilisées pour le maintien de l'équilibre. L'importance de chaque entrée sensorielle est quantifiée et les compensations mises en place lorsque l'une d'entre elles est défaillante sont ainsi mises en évidence. Trois modalités peuvent être choisies : YO puis YF puis avec un environnement en mouvement. Ce type de posturographie permet d'être plus précis dans les mesures.

La posturographie statique analyse les performances et la stratégie alors que la posturographie dynamique renseigne sur les ajustements posturaux.

En 1982, Nashner, avec l'Equitest®, a développé la posturographie dynamique computerisée de laquelle a découlé le SOT « sensory organizational test » permettant d'évaluer le pourcentage d'utilisation de chaque entrée sensorielle que le sujet utilise pour maintenir son équilibre.[3]

La plateforme utilisée dans le cadre de notre étude est le Multitest® (fabriquée et commercialisée par la société Framiral en Europe et sous le nom de Balance Quest® aux Etats-Unis). Il s'agit d'une plateforme statique et dynamique libre dans les trois plans de l'espace. Nous nous sommes intéressés à la rééducation des patients hémiplegiques avec cet outil. L'intérêt étant de mettre en évidence si une rééducation sur Multitest® permettrait une amélioration de l'équilibre chez les personnes cérébrolésées.

2. Méthodologie

2.1 Recherche bibliographique

Pour appuyer cette étude, nous avons effectué une recherche d'articles scientifiques sur Pubmed, Springerlink, Science Direct, EM-consulte, à l'aide des mots clés suivants : balance, stroke, hemiplegia, force platform, dynamic posturography, neuroplasticity, Multitest, Balance Quest et les mêmes mots clés en français.

2.2 Population

Les patients ont été sélectionnés au sein du service de neurologie du Réhazenter (centre de réadaptation à Luxembourg). Après leur avoir expliqué les modalités de l'étude, 18 patients étaient intéressés. Au final, 13 personnes ont été retenues sur base des critères suivants :

Inclusion :

- Hémiplégie droite ou gauche.
- Syndrome pyramidal.
- Station debout acquise.
- Présence 6 semaines au Réhazenter.
- Pas de rééducation kiné hors du centre.

Exclusion :

- Claustrophobie.
- Hémianopsie.
- Syndrome extrapyramidal, cérébelleux
- Hémianopsie, diplopie.
- Vertiges, maladie de Ménière.
- Station debout non acquise.

2.3 Matériel

2.3.1 Plateforme Multitest® [13, 14, 15]

Le Multitest Equilibre® est une plateforme de posturographie statique et dynamique calibrée et motorisée. Le plan d'appui est monté sur ressorts et, par l'intermédiaire de vérins pneumatiques et électriques, il est possible de moduler les degrés de liberté dans tous les plans de l'espace. L'inclinaison de la plateforme varie de 1 à 10° jusqu'à être complètement asservie. Le patient est sécurisé par des armatures matelassées auxquelles il peut se rattraper en cas de déséquilibre ou de chute. Cette plateforme, munie de capteurs de pression, permet d'établir les variations du centre de pression (CdP) au cours des différents tests. La plateforme est reliée à un ordinateur, grâce auquel on peut surveiller graphiquement les variations du plateau via le logiciel du Multitest®. Cette plateforme est non seulement un outil d'évaluation (SOT), mais également de rééducation grâce à l'existence de différents programmes permettant d'effectuer une rééducation spécifique, ciblée et adaptée à chaque patient.

2.3.2 Logiciel Multitest® [13]

Le logiciel est inclus avec la plateforme. Il permet d'enregistrer différents paramètres indicateurs de l'équilibre du patient visualisés pour chacune des six situations :

- Statokinésigramme.
- Surface décrite par le CdP.
- Vitesse moyenne de déplacement du CdP et distance parcourue.
- Taux de stabilité et analyse des chutes.
- Poids du sujet.

- Quotient de Romberg (rapport de la surface YF/YO) sur plateau stable.
- Angulation du plateau.
- Degré d'utilisation de chaque entrée sensorielle.

2.3.3 Logiciel Posturo Pro® [16]

Ce logiciel résulte d'une collaboration entre le CNRS de Marseille (Lacour, Demitrescu) et la société Framiral. Posturo Pro® est basé sur des méthodes d'analyse mathématique appliquées au traitement du signal stabilométrique. Il apporte des paramètres plus discriminants et plus sensibles que le logiciel Multitest®. Il permet par conséquent des analyses plus précises tant dans le plan antéropostérieur que médiolatéral. Il offre une analyse à la fois qualitative et quantitative de l'équilibre et des réactions d'équilibration de chaque patient. La décomposition en ondelettes permet une représentation tridimensionnelle : le temps en abscisses, la fréquence en ordonnées et la puissance représentée par un code de couleurs. L'analyse permet de définir : l'indice de contrôle postural (ICP) et l'indice de puissance (IP). Ces deux indices sont complémentaires et varient en sens opposé. Associée à ces paramètres, l'analyse fractale permet d'établir une description plus complète des perturbations posturales.

2.4 Protocole

2.4.1 Population retenue

Treize personnes ont participé à l'étude selon les critères précités. Cependant, nous avons été confrontés à deux sorties d'études (hospitalisation, angoisse). Nous avons donc travaillé avec une population de onze sujets hémiplegiques composée de sept hommes et quatre femmes de 29 à 64 ans (moyenne : 48,36 ans ; écart type 10,55) étant hémiplegiques depuis 1 mois à 12 ans et demi (moyenne : 28,27 mois, écart-type 43,86). Cinq patients peuvent être classés dans les AVC récents (infé-

rieurs à six mois) et les six autres dans les AVC chroniques (supérieurs à six mois).

2.4.2 Evaluation initiale

Nous avons choisi plusieurs tests dans notre bilan, dans le but de corrélérer les résultats entre eux et de prendre en compte le maximum de paramètres. Dans le panel des tests nous avons sélectionné trois échelles pertinentes :

Indice de Barthel [17]: le test était initialement utilisé pour évaluer l'état fonctionnel des patients de tous les diagnostics chroniques. Il s'applique en premier lieu aux patients hémiplegiques et est utilisé comme indicateur de capacités pour les personnes à mobilité réduite. Nous l'avons utilisé afin d'évaluer l'autonomie des patients de l'étude. Ce test est composé de dix items de la vie quotidienne cotés 5 ou 10, le score total étant de 100. Ce bilan est évalué à 3 selon l'AFREK : validé au niveau international.

Berg Balance Scale [12, 18, 19, 20]: l'objectif premier de cette échelle était d'évaluer l'équilibre chez les personnes âgées, les parkinsoniens et les hémiplegiques. Les nombreuses publications sur cette échelle en font un « gold standard » en matière d'évaluation d'équilibre. Toutefois, sa reproductibilité est discutée chez les hémiplegiques car l'hésitation entre deux scores est assez fréquente. Elle comprend quatorze items cotés de 0 à 4 évaluant la qualité de l'équilibre durant différentes situations posturales statiques et dynamiques, le score total étant de 56. Elle permet d'évaluer la capacité à se lever, la station debout et les déséquilibres intrinsèques mais ne comporte qu'un seul item pour l'équilibre assis. Ce bilan est évalué à 3 selon l'AFREK : validé au niveau international. Cependant, Mao et al ont montré dans leur étude, la validité bien plus importante du PASS pour l'évaluation de l'équilibre après AVC [21]. Ce qui nous a amené à compléter notre bilan avec ce test.

PASS [22]: cette échelle donne un score complet d'évaluation de l'équilibre. Elle est spécifiquement conçue pour les patients ayant eu un AVC quelle qu'en soit la sévérité. Ce test permet d'évaluer le patient dans des situations posturales de la vie quotidienne, ainsi que d'analyser les capacités à maintenir une posture et les transferts. Cette échelle est composée de douze items cotés de 0 à 3 évaluant la mobilité dans trois positions (coucher, assis, debout) et l'équilibre. Elle présente une très bonne reproductibilité [21, 23].

Tinetti [12, 22]: ce test est utilisé pour évaluer le risque de chute d'un patient. Très utilisé en gériatrie, il permet d'évaluer les anomalies de l'équilibre et de la marche du sujet âgé. Cette échelle est composée de treize items cotés de 1 à 3 concernant des tâches posturales. Et neuf items cotés de 0 à 3 en deux niveaux (normal, anormal) concernant la marche. La deuxième partie est assez imprécise et peu utilisée. Ce bilan est évalué à 3 selon l'AFREK : validation internationale.

SOT sur Multitest®

L'équilibre du patient est testé dans six conditions, chacune sollicitant une entrée sensorielle différente :

A/ Plateau stable : YO en fixant la projection d'un laser sur le mur.

⇒ 3 afférences sensorielles.

B/ Plateau stable : YF.

⇒ Vestibulaire et somesthésique.

C/ Plateau stable : stimulus optocinétique.

⇒ Vestibulaire et somesthésique.

D/ Plateau asservi : YO en fixant la projection d'un laser sur le mur.

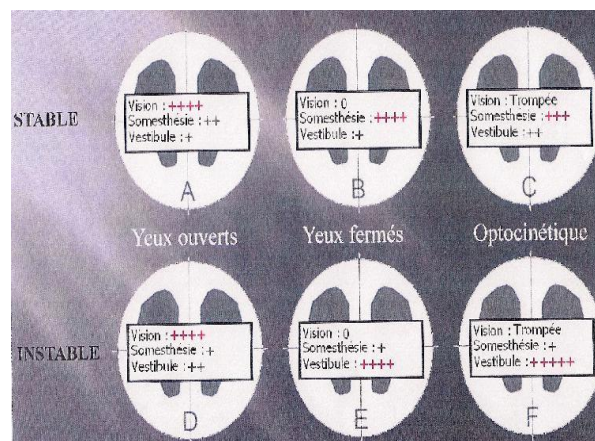
⇒ Vestibulaire et Visuelle

E/ Plateau asservi : YF

⇒ Vestibulaire

F/ Plateau asservi : stimulus optocinétique.

⇒ Vestibulaire



2.4.3 Séance type de rééducation

Pour la rééducation nous avons choisi le programme « prévention chute » du Multitest® avec pour paramètres :

- mode aléatoire
- inclinaison du plateau : 3 degrés
- temps de pause : 1 seconde
- stimulus optocinétique : vertical
ascendant et descendant ; 15°/seconde
- durée de la séance : 6 minutes
- fréquence : 3 fois par semaine
- durée totale : 15 séances (hors tests)

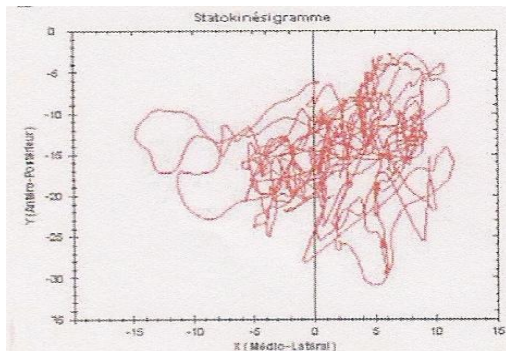
2.4.4 Conditions expérimentales

Les tests d'équilibre « classiques » ont été réalisés dans une salle de rééducation neurologique du centre Réhazenter à Luxembourg. Le Multitest® était lui situé dans une pièce de 9,1 m², la plateforme était distante de 2 m du mur. Le patient était pieds nus sur la plateforme, les bras le long du corps, la consigne étant de contrôler son équilibre en s'appuyant le moins possible sur les armatures de sécurité.

2.4.4 Paramètres analysés :

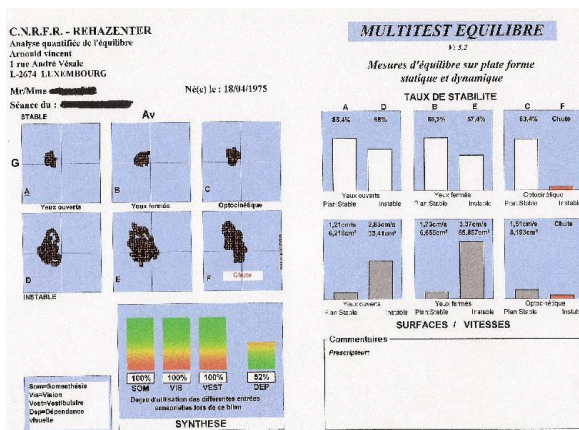
La description des paramètres ci-dessous est tirée du mémoire de B. Fréhard[24], des DU de P. Magnin [16] et de M. Sauvageot [15] ainsi que des manuels d'utilisation du Multitest® et de Posturo Pro®.

Statokinésigramme : représente le déplacement du CdP pendant le test.

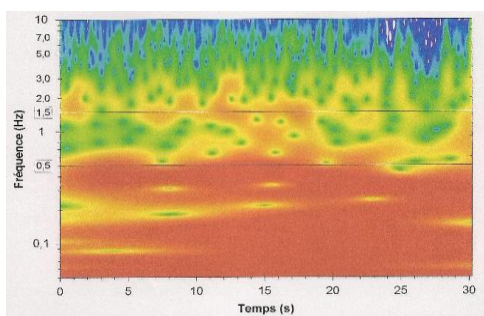


Degrés d'utilisation de chaque entrée : le logiciel Multitest® fournit une représentation graphique du taux d'utilisation de chaque entrée sensorielle en pourcentage. On peut également établir un graphique comparatif entre plusieurs séances.

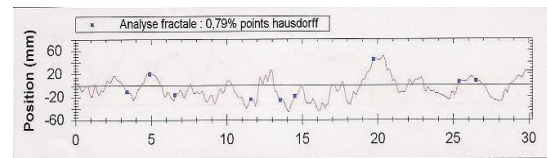
Taux de stabilité :



Puissance développée : le code de couleurs permet de donner rapidement une impression générale de la puissance dépensée par le patient pour maintenir son équilibre.

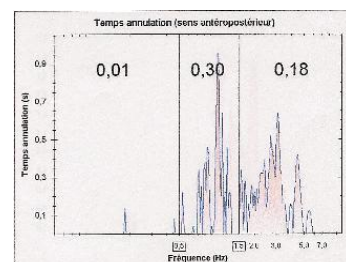


Analyse fractale : met en évidence l'utilisation ou non de réactions posturales visant à corriger les déplacements du CdP. Elle correspond au rapport n/N où n est le nombre de points corrélés et N le nombre de points total de l'échantillonnage. Plus le rapport tend vers 1, plus la stabilité est grande et inversement.

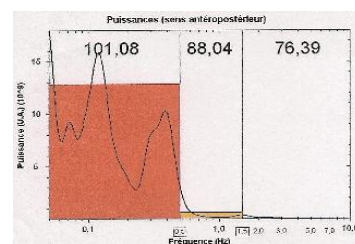


ICP- indice de contrôle postural : permet d'analyser quantitativement l'équilibre du sujet étudié suivant la tâche demandée (yeux ouverts, fermés, ou en vision perturbée). Le logiciel calcule **les temps d'annulation** dans une fréquence donnée. Ces temps d'annulations représentent les périodes pendant lesquelles le sujet ne fournit aucun effort pour s'équilibrer. Ils peuvent se situer dans toutes les bandes de fréquence [24]. L'intégrale (somme) des surfaces correspondantes à ces temps d'annulation est calculée et permet ainsi de déterminer l'ICP.

Plus l'ICP est élevé et meilleur est l'équilibre du sujet et inversement.



IP- l'indice de puissance : évolue à l'inverse de l'ICP et représente l'énergie dépensée durant la séquence. Plus l'IP est faible plus le sujet est stable.



IIP- indice d'instabilité posturale : à partir de l'ICP et de l'IP, est calculée une note globale : l'**IIP** qui représente une vue d'ensemble et qui peut nous inciter à approfondir, ou non, l'examen posturographique du sujet.

Amplitude et temps critique : deux paramètres n'étant pas nécessairement corrélés qui impliquent l'intervention de boucles de contrôle de la posture. Passage d'une boucle ouverte = régulation automatique à une boucle fermée = contrôle volontaire par les mécanismes de régulation de la posture.

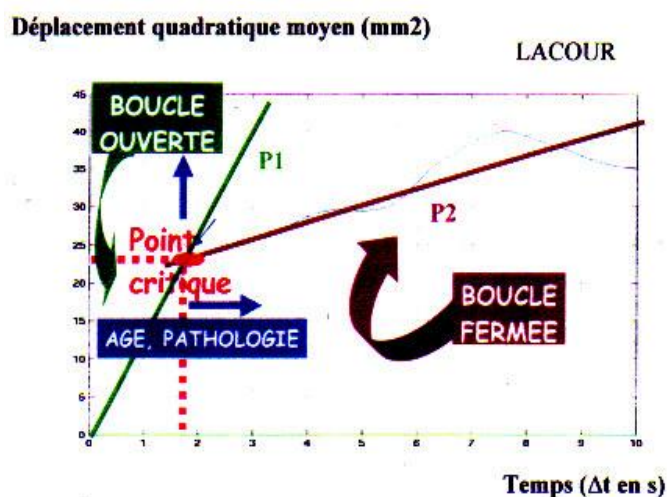


Figure 1 : Analyse de diffusion. Lacour [24]

2.4.5 Analyse statistique

Pour interpréter les résultats fournis par les logiciels, nous avons calculé les moyennes du bilan initial, final, ainsi que les différences entre les deux, avec Excel®.

Puis, bien que la population ne soit pas homogène, nous avons testé sa normalité et utilisé le test T de Student, afin d'estimer l'évolution globale dans chaque paramètre. Nous avons ensuite comparé la valeur calculée avec la valeur tabulée à l'aide de la loi de « Fisher inversé » afin de déterminer si la valeur obtenue était significative ou pas. A ce test, nous affectons un degré de confiance (DOC), représenté par la p-valeur, le complément du DOC étant le risque α .

Plus précisément, les valeurs seuils retenues et communément admises sont :

- a) P-valeur ou DOC > 0,99 : différence indiscutable.
- b) P-valeur ou DOC > 0,95 : différence très significative.
- c) P-valeur ou DOC > 0,90 : différence significative.
- d) P-valeur ou DOC > 0,85 : différence peu significative.
- e) P-valeur ou DOC < 0,85 : différence non significative.

3. Résultats

Remarque : Dans les graphiques ci-dessous, le code de couleur et les abréviations seront les mêmes pour chaque paramètre étudié.

- Moyenne du bilan initial de la population.
- Moyenne du bilan final de la population.
- Moyenne du bilan initial des AVC aigus.
- Moyenne du bilan final des AVC aigus.
- Moyenne du bilan initial des AVC chroniques (chron).
- Moyenne du bilan final des AVC chroniques (chron).

B.i : bilan initial

B.f : bilan final

μ : moyenne

Δ : variation

σ : écart-type

A : plateforme stable YO

B : plateforme stable YF

C : plateforme stable stimulus optocinétique

D : plateforme instable YO

E : plateforme instable YF

F : plateforme instable stimulus optocinétique

p-val = p = valeur tabulée correspondant à la valeur calculée avec la loi de « Fisher inversé ».

➤ Tests d'équilibre

Nous avons repris ci-dessous les résultats obtenus dans les différents tests d'équilibre utilisés dans l'étude :

Pour la population :

	Berg		Tinetti		PASS	
	B.i	B.f	B.i	B.f	B.i	B.f
μ	7,9	4,8	15,9	14,7	29,3	32,7
σ	2,9	3,2	0,8	0,8	3,5	3,1
Δ	- 43%		- 7%		12%	
p-val	1		1		1	

Pour les AVC aigus :

	Berg		Tinetti		PASS	
	B.i	B.f	B.i	B.f	B.i	B.f
μ	7	2,6	16	14,8	29	34,2
σ	3,2	2,3	0,7	0,8	3,6	2
Δ	- 63%		- 7%		19%	
p-val	1		1		1	

Pour les AVC chroniques :

	Berg		Tinetti		PASS	
	B.i	B.f	B.i	B.f	B.i	B.f
μ	8,7	6,7	15,8	14,7	29,5	31,5
σ	2,7	2,7	1	0,8	3,8	3,3
Δ	- 25%		- 7%		7%	
p-val	1		1		0,99	

Pour chacun des tests, la p-valeur est de 0,99 ou 1, ce qui nous permet de mettre en évidence une amélioration indiscutable entre les deux bilans.

➤ Taux de stabilité (%)

La p-valeur pour chaque groupe est de 1, et ce dans chaque condition. Ces résultats mettent donc en évidence une amélioration indiscutable de la stabilité sur les deux plans quel que soit le groupe. On note toutefois une diminution indiscutable de ce paramètre en B chez les AVC chroniques.

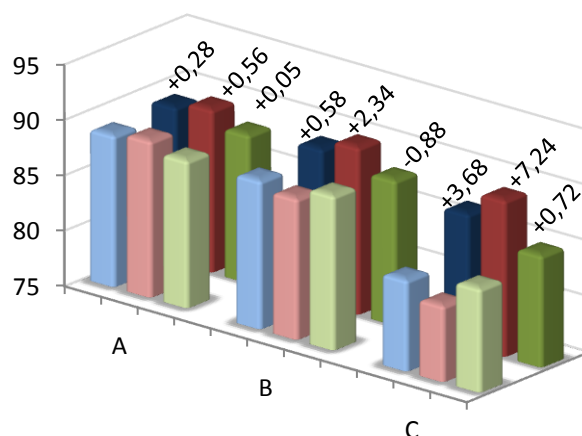


Figure 2: Evolution du taux de stabilité sur plan stable (%)

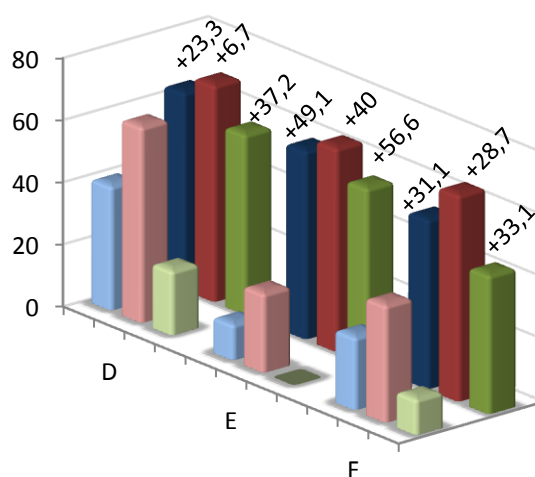


Figure 3: Evolution du taux de stabilité sur plan instable (%)

➤ Vitesse (cm/s)

		A	B	C	D	E	F
	B.i	1,2	1,3	1,8	3,2	0,7	1,5
pop	Δ	0,1	-0,1	-0,4	1,3	4	2,7
	p	0,33	0,63	0,89	1	1	1
aigus	B.i	1,1	1,3	1,6	4,9	1,5	2,5
	Δ	-0,2	-0,5	-0,5	-1,9	2,4	1
	p	0,88	0,97	0,99	1	1	0,99
chron	B.i	1,3	1,2	2	1,8	0	0,7
	Δ	0,3	0,4	-0,6	3,9	5,4	4,1
	p	0,12	0,1	0,94	1	1	1

Population : la variation de vitesse est non significative pour les conditions A et B, peu prononcée pour la condition C, et enfin l'augmentation est indiscutable en D, E et F.

AVC aigus: après la rééducation, la vitesse diminue de manière peu significative en A, très prononcée en B et enfin indiscutable en C et D, elle est en revanche indiscutablement plus élevée en E et F.

AVC chroniques: nous pouvons considérer que les variations ne sont pas significatives en A et B ($p < 0,85$), que la diminution est peu prononcée en C et enfin l'augmentation est indiscutable en D, E, F.

➤ Surface (cm²)

		A	B	C	D	E	F
Pop	B.i	4	4,1	9,8	31,8	7,9	16,9
	Δ	-0,2	-0,2	-4	21,1	47,7	38,2
	p	0,98	0,98	1	1	1	1
Aigu	B.i	3,6	4,6	11,5	50,2	17,3	30,5
	Δ	-0,3	-1,5	-7,8	-16,9	23	9,5
	p	0,99	1	1	1	1	1
Chron	B.i	4,3	3,8	8,4	16,5	0	5,5
	Δ	-0,1	0,9	-1	52,7	68,2	62,1
	p	0,99	0,98	1	1	1	1

Population: l'amélioration est très significative en A et B et indiscutable en C. Dans les conditions D, E, F, la différence est hautement significative mais les valeurs étaient meilleures à l'origine.

AVC aigus: on remarque une baisse indiscutable de la surface dans les conditions A, B, C et D ce qui représente une évolution positive pour ce paramètre. A l'inverse, les résultats montrent une hausse indiscutable dans les conditions E et F.

AVC chroniques: on note une amélioration indiscutable en A et C alors que, dans les autres conditions c'est la régression qui est indiscutable.

➤ Quotient de Romberg

On remarque une diminution indiscutable ($p = 1$) de ce quotient pour tous les groupes.

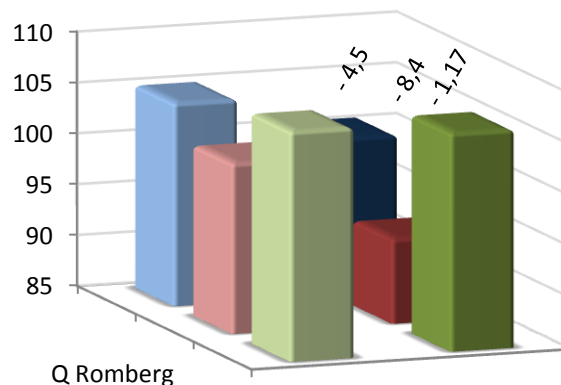


Figure 4: Evolution du Quotient de Romberg

➤ Analyse fractale (%)

- Points de Hausdorff antéropostérieur

		A	B	C	D	E	F
Pop	B.i	1,6	1,6	1	1	1,1	0,9
	Δ	-0,5	-0,1	-0,02	-0,04	-0,04	-0,2
	p	0,9	0,9	0,51	0,5	0,66	0,72
Aigu	B.i	1,6	1,6	1,1	0,9	0,9	0,9
	Δ	0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1
	p	0,8	0,9	0,70	0,38	0,51	0,6
Chron	B.i	1,5	1,5	0,9	1,1	1,3	0,9
	Δ	-0,9	0,1	0,1	-0,2	0	-0,2
	p	1	0,85	0,41	0,70	0,72	0,76

Les résultats ci-dessus sont non significatifs dans les conditions C, D, E et F pour tous les groupes. La diminution est prononcée en B pour la population et les AVC aigus et elle est indiscutable en A pour les AVC chroniques.

- Points de Hausdorff médiolatéral

		A	B	C	D	E	F
pop	B.i	1,6	1,7	1,4	0,7	0,9	0,8
	Δ	-0,4	0,2	-0,3	0,04	-0,3	-0,2
	p	0,90	0,95	0,88	0,37	0,84	0,76
aigus	B.i	2	2,3	1,4	0,8	0,8	0,9
	Δ	-0,7	0,6	0,1	-0,2	-0,2	-0,4
	p	0,96	0,95	0,25	0,75	0,66	0,99
chron	B.i	1,2	1,2	1,5	0,7	1	0,7
	Δ	-0,1	-0,1	-0,8	0,3	-0,4	-0,1
	p	0,66	0,59	0,97	0,04	0,92	0,77

Population : La diminution est significative en A, peu significative en C et enfin non prononcée en D, E et F alors que l'amélioration est très significative en B.

AVC aigus : La régression est fortement significative en A et F et l'amélioration est très prononcée en B. Les résultats en C, D et E sont eux non significatifs.

AVC chroniques : Les résultats sont non significatifs en A, B, D et F. La baisse est particulièrement significative en C et prononcée en E.

➤ IIP- indice d'instabilité posturale

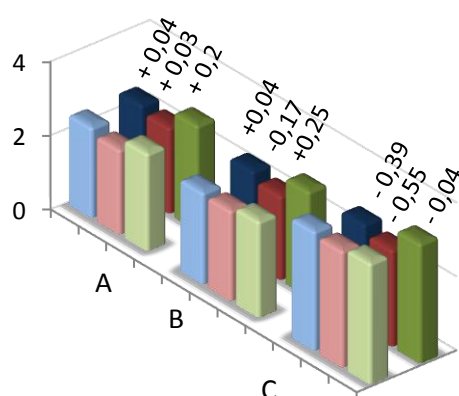


Figure 5: Evolution de l'IIP sur plan stable

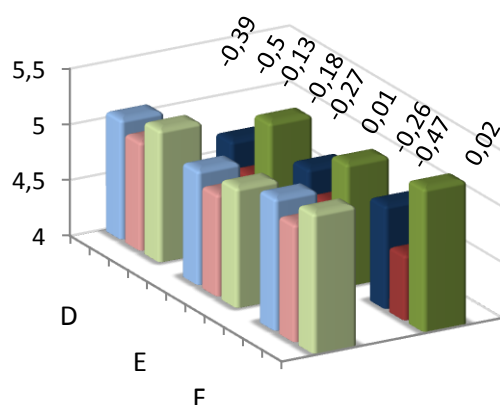


Figure 6 : Evolution de l'IIP sur plateau instable

On note que pour ce paramètre très peu de valeurs sont significatives, seules les diminutions en C et D de la population sont peu prononcées ($p = 0,89$). La baisse en C et D des AVC aigus peut être, quant à elle qualifiée de significative ($p = 0,92$ et $0,91$).

➤ Amplitude critique (mm*mm)

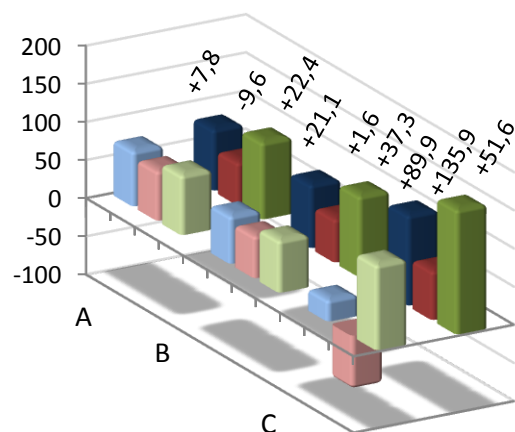


Figure 7 : Evolution de l'amplitude critique sur plan stable (mm*mm)

L'augmentation est indiscutable ($p > 0,99$) dans toutes les conditions et pour tous les groupes, il n'y a que chez les AVC aigus que la diminution en B est indiscutable.

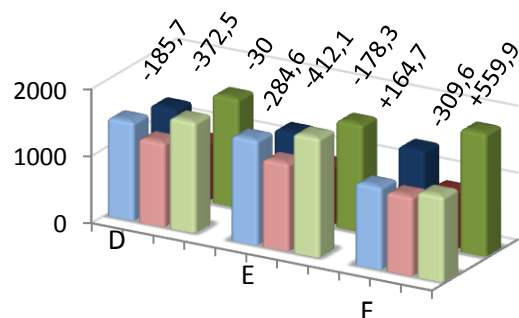


Figure 8 : Evolution de l'amplitude critique sur plan instable (mm*mm)

La diminution est indiscutable ($p = 1$) en D et E pour tous les groupes et en F pour les AVC aigus. En revanche on remarque une augmentation indiscutable en F pour la population et les AVC chroniques.

➤ Temps critique (sec)

		A	B	C	D	E	F
pop	B.i	0,8	0,7	0,2	0,8	1,1	0,7
	Δ	0,04	0	0,6	0,2	-0,1	0,5
	p	0,06	0,2	0,65	0,10	0,49	0,01
aigus	B.i	0,9	0,8	-0,14	0,8	1,2	0,8
	Δ	0,02	0,6	0,9	0,3	-0,2	0,7
	p	0,18	0,11	0,84	0,79	0,79	0,14
chron	B.i	0,6	0,6	0,5	0,8	1	0,7
	Δ	0,05	-0,04	0,3	0,01	0,03	0,3
	p	0,14	0,39	0,18	0,27	0,19	0,21

Pour ce paramètre, les différences ne sont pas significatives ($p < 0,85$).

➤ Degré d'utilisation de chaque entrée

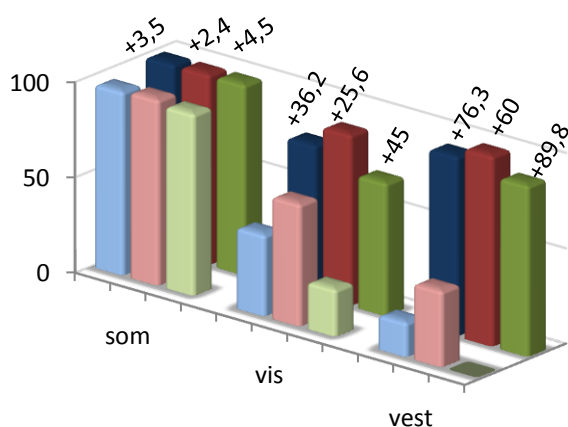


Figure 9 : Evolution du degré d'utilisation des afférences sensorielles (%)

Pour chaque groupe considéré la différence entre le premier et dernier test est indiscutable ($p = 1$). On peut donc en déduire qu'il y a eu une amélioration dans l'utilisation de chaque afférence sensorielle.

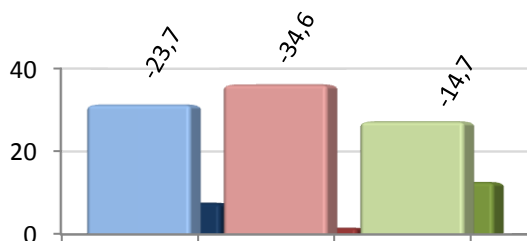


Figure 10 : Evolution de la dépendance visuelle (%)

Il y a une diminution indiscutable ($p = 1$) de la dépendance visuelle dans les trois groupes.

4. Discussion

Cette étude a été réalisée dans le but d'évaluer l'apport du Multitest® dans la rééducation de l'hémiplégique.

L'effectif de la population était insuffisant pour effectuer une analyse statistique pertinente et faire de ces résultats une généralité. De plus, plusieurs études ont été réalisées sur le Multitest® mais, dans la littérature, nous n'en avons pas retrouvé sur des patients victimes d'AVC. Ce manque de littérature rend l'interprétation et la discussion des résultats délicates.

La récupération de l'équilibre après un AVC présente des variations individuelles qui dépendent des déficits initiaux et de la localisation de la lésion [10] : un hémiplégique n'est pas l'autre. Toutefois, pour une question d'organisation et de moyens humains, nous n'avons pas pris en compte la localisation précise de la lésion, ce qui peut présenter un biais dans notre étude. Pour cela, il aurait été judicieux de contrôler par scanner l'étendue et le type de lésion.

Les résultats obtenus après quinze séances d'entraînement sur la plateforme mettent en évidence une augmentation très significative de l'utilisation de chaque entrée sensorielle (fig 9). Il y a donc eu une amélioration de l'équilibre avec le programme mis en place. Ceci justifie l'intérêt d'une rééducation sur plateforme d'équilibre avec des patients hémiplégiques et peut donc être corrélé à d'autres études sur ce thème effectuées avec des plateformes différentes [6, 25-27]. De plus, un atout du Multitest® est la réalisation de synthèse entre plusieurs bilans ce qui permet d'évaluer d'un seul coup d'œil l'évolution du patient.

Pour l'interprétation de chaque paramètre individuellement, l'analyse est délicate compte tenu du faible échantillon et parfois une incohérence d'évolution entre eux. Pour la plupart des paramètres on ne remarque pas d'amélioration dans les conditions E et F voire D, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les patients n'ont pas été assez entraînés sur un plateau totalement asservi et qu'ils n'ont donc pas acquis ou intégré les stratégies vestibulaires nécessaires pour réagir à ce genre de perturbation. Par conséquent, il se peut que la période de rééducation choisie soit trop courte.

Le système nerveux présente la capacité de s'adapter et s'auto-organiser suite à une lésion ou un apprentissage [28]. Ce remaniement neuronal est appelé « plasticité cérébrale ». Cette réorganisation com-

mence immédiatement après l'AVC et présente un plateau trois à six mois après l'accident. Après cette période, il existe toujours des changements mais d'une moindre importance. [28-30]. De plus, l'apprentissage consiste à « *avoir une image représentative de l'acte à apprendre, porter l'attention grâce à laquelle la représentation est amenée à la conscience et répéter l'acte.* » [10]. Avec notre programme d'entraînement nous avons donc d'une certaine façon stimulé les processus de plasticité cérébrale, ce qui conduit le patient à développer de nouveaux circuits neuronaux. Le but est d'essayer de rétablir la fonction d'équilibration altérée sans recourir aux processus de compensation (dépendance visuelle) [31]. En revanche, nos résultats semblent compléter l'étude de Yelnik [6] qui préconise l'utilisation d'une plateforme à la phase précoce des AVC. En effet, l'amélioration est certes plus importante au stade aigu mais notre étude met en évidence un effet bénéfique, non négligeable, de l'entraînement avec le Multitest® sur l'équilibre des hémiplegiques chroniques. Au fil des années, ils ont été rééduqués et ont élaboré des stratégies pour maintenir leur équilibre, le Multitest® permet d'effectuer un bilan du niveau où ils se trouvent et ainsi réentraîner les entrées les plus déficientes.

Lors du bilan initial, nous avons mis en évidence la dépendance visuelle des patients étudiés ce qui corrobore les études de Bonan [8, 32] et Yelnik [7]. En effet, le système visuel donne plus d'informations extéroceptives, il est donc sollicité en priorité par la fonction d'équilibration : le patient devient ainsi dépendant visuel [33]. Après la rééducation il y a eu une amélioration significative de ce paramètre. Ceci peut s'expliquer par le choix du programme d'entraînement. En effet, la stimulation optocinétique oblige le patient à ne pas faire confiance à sa vision. Paradoxalement, lors du bilan final nous avons mis en évidence une augmentation très

significative de l'utilisation de l'entrée visuelle. La vision permet de déterminer la verticalité, et de détecter les mouvements de l'environnement [33]. Ces données sont comparées aux autres informations sensorielles pour déterminer si du patient ou de l'environnement est en mouvement. Nous pouvons donc déduire que dans les cas étudiés, suite à la rééducation, les patients ont su utiliser les informations visuelles à bon escient : non pas comme un élément de fixation mais comme un élément d'information pour les réactions posturales. Kerdoncuff [34] et Bonan [32], préconisent une rééducation avec biofeedback visuel pour sevrer les patients de cette visuodépendance, il serait intéressant de comparer l'effet du biofeedback et de la stimulation optocinétique sur la dépendance visuelle.

Certains auteurs [9, 35, 36] évoquent la perception de la verticale visuelle, comme cause potentielle des troubles de l'équilibre en raison de son altération chez les hémiplegiques. Le Multitest® permettant d'évaluer et de travailler la verticale subjective, il aurait été intéressant d'évaluer l'état de ce paramètre dans notre population avant et après rééducation.

L'analyse des résultats met clairement en évidence un travail très important de l'entrée vestibulaire. La faiblesse initiale de cette afférence, peut être justifiée par la période d'alitement subie par le patient après son AVC. Ceci entraînant le plus souvent un syndrome d'omission vestibulaire que les patients mettent du temps à récupérer en raison des différentes étapes de revalidation : alitement, fauteuil roulant, station debout, marche. Cette fonction a été fortement altérée et probablement insuffisamment réentraînée. La rééducation sur plateau instable avec une stimulation optocinétique trouble les afférences proprioceptives et visuelles et stimule donc fortement la fonction vestibulaire ce qui peut expliquer la nette amélioration de ce paramètre.

Le but de cette étude était de mettre en exergue l'apport du Multitest® dans l'évaluation et la rééducation de l'équilibre chez les patients hémiplegiques en réduisant le risque de chutes. C'est pourquoi nous avons choisi ce programme « prévention chutes ». Le choix d'un programme aléatoire se justifie par la volonté d'être le plus objectif possible et limiter les biais. Malgré ce choix, un phénomène d'habituation entre en jeu [33]. D'autant plus que le temps de pause entre chaque changement est fixe et induit donc un certain rythme pour les réactions posturales. Dans le prochain programme du Multitest® une option de temps aléatoire sera incluse, ce qui réduirait ce risque d'habituation. Un programme de rééducation sur plateforme asservie empêcherait également cette accoutumance. Dans ce cas, les mouvements du plateau seraient liés à ceux du patient à la recherche de son équilibre et donc très aléatoires.

A la fin de l'étude, la plupart des patients prétendaient avoir un meilleur appui sur leur jambe plégique et se sentir plus stables au quotidien. Ces données, bien que subjectives vont dans le sens des études qui notent une amélioration de la symétrie des appuis [6, 25]. Mais [10, 33] énoncent que ce n'est pas pour autant un bon indicateur de la stabilité posturale alors que la dispersion des coordonnées de position des centres de pression serait un élément plus fiable. Il serait donc judicieux de corréliser des questionnaires pertinents de qualité de vie et des activités quotidiennes avec les résultats obtenus avec Posturo Pro® quant à la position des centres de pression. De plus, la société Framiral vient de publier des normes qui seront un outil de comparaison intéressant pour les études à venir.

Les résultats obtenus montrent une amélioration globale de l'équilibre à la fin de la rééducation. Il serait intéressant d'évaluer les effets à plus long terme afin de déterminer si les réactions sont acquises ou s'il est nécessaire de les entraîner.

En neurologie la rééducation de l'équilibre s'effectue en double ou triple tâche, il serait donc également intéressant de réaliser une telle étude sur le Multitest®.

5. Conclusion

Le but de ce travail était d'évaluer l'intérêt du Multitest® dans la rééducation de l'équilibre chez les hémiplegiques, tant au niveau de l'évaluation que de la rééducation. Le bilan réalisé sur cette plateforme, permet d'effectuer un diagnostic précis guidant le kinésithérapeute dans sa prise en charge. Les multiples programmes à disposition du thérapeute permettent de varier la rééducation et d'agir directement sur les déficits présentés par le patient tout en évaluant qualitativement et quantitativement les résultats obtenus.

Dans cette étude, nous avons mis en évidence une amélioration de l'équilibre chez ces patients, notamment au niveau de l'utilisation des différentes entrées sensorielles et de la diminution de la dépendance visuelle. Une interprétation plus approfondie aurait nécessité une meilleure connaissance du logiciel Posturo Pro®.

Par conséquent d'après les résultats obtenus, sa liberté dans les trois plans de l'espace, ses multiples fonctions en rééducation, son coût inférieur à d'autres plateformes dynamiques, le Multitest® semble être l'adjuvant de choix dans la rééducation de l'équilibre. Il faudra néanmoins effectuer une étude randomisée sur un plus grand échantillon pour vérifier et faire une meilleure interprétation des résultats obtenus.

6. Bibliographie

- [1] THOUMIE, P. Posture, équilibre et chutes. Bases théoriques de la prise en charge en rééducation. *EMC Kinésithérapie Médecine physique Réadaptation*, 1999 ; 26-452-10. 11p.
- [2] PELISSIER, J., BRUN, V., ENJALBERT, M. *Posture équilibration et médecine de rééducation*. Paris. Masson.1993. Problèmes en médecine de Rééducation.

- [3] IONESCU, E., MORLET, T., FROELICH, P., FERBERT-VIART, C. Vestibular assessment with Balance Quest. Normative data for children and young adults. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2006. 70 ; 1457-1465.
- [4] BERTHOZ, A. *La décision*. Paris. Odile Jacob Science. 2003.
- [5] ROUGIER, P. Adaptation of control mechanisms involved in upright undisturbed stance maintenance during prolonged darkness. *Neurophysiologie clinique*. 2003. 33 ; 86-93.
- [6] YELNIK, A. Balance rehabilitation on forceplate after stroke. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2004. 57 ; 177-178.
- [7] YELNIK, A., KASSOUHA, A., BONAN, I., LEMAN, M.C., JACQ, C., VICAUT, E., COLLE, F.M. Postural visual dependence after recent stroke : assessment by optokinetic stimulation. *Gait and Posture*. 2006. 24. 262-269.
- [8] BONAN, I.V., COLLE, F.M., GUICHARD, J.P., VICAUT, E., EISENFISZ, M., TRAN BA HUY, P., YELNIK, A.P. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on Dynamic posturography. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. february 2004. 85.
- [9] YELNIK, A. Evolution des concepts en rééducation du patient hémiparétique. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2005. 48 ; 270-277.
- [10] GEURTS, A., DE HAART, M., VAN NES, I., DUYSSENS, J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait and Posture*. 2005. 22 ; 267-281.
- [11] SACKLEY, CM, BAGULY, BI. Visual feedback after stroke with balance performance monitor : two single case studies. *Clinical Rehabilitation*. 1993. 7 ; 189-195.
- [12] PERENNOU, D. Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2005. 48 ; 317-335.
- [13] Framiral, Manuel d'utilisation Multitest.
- [14] BARGE, L. Posturo Pro dans différentes pathologies. Avant et après rééducation. *Vertiges Instabilités et Troubles de l'équilibre*. 28 mars 2009.
- [15] SAUVAGEOT, M. *Les yeux ouverts ou les yeux fermés dans l'obscurité : Quelle incidence sur la posturographie dynamique ? Analyse par Multitest et Posturo-Pro*. Mémoire ; Diplôme Universitaire Explorations et rééducation des troubles de l'équilibre. Université Claude Bernard Lyon 1. 2009.
- [16] MAGNIN, P. *Le logiciel POSTURO-PRO et ses ondelettes... Utilisation au quotidien en cabinet de kinésithérapie*. Mémoire ; Diplôme Universitaire Explorations et rééducation des troubles de l'équilibre. Université Claude Bernard Lyon 1. 2008.
- [17] KHAOULANI, N., CALMELS, P. Evaluation fonctionnelle par l'indice de Barthel. *Annales de médecine physique et de réadaptation*. 1991. 34 ; 129-136.
- [18] SMITH, PS. HEMBRIE, JA, THOMPSON, ME. Berg Balance Scale and functional reach ; determining the best clinical tool for individuals post acute stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004. 18.
- [19] TYSON, SF, DESOUZA, LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004. 18-916-23.
- [20] STEVENSON, TJ, GARLAND, SJ, Standing balance during internally produced perturbations in subjects with hemiplegia : validation of the balance scale. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1996. 77 ; 656-62.
- [21] MAO, HF., HSWEH, IP., TANG, PF., SHEU, CF., HSIEH, CL. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patient. *Stroke*. 2002. 33 ; 1022-7.
- [22] YELNIK, A. Evaluation clinique de l'équilibre. *Cofemer*. 2007-2008.
- [23] BENAÏM, C., PERENNOU, D.A., VILLY, J., ROUSSEAU, M., PELISSIER, J.Y. Validation of a Standardized Assessment of Postural Control in Stroke Patients /The Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke*. 1999. 30 ; 1862-1868.
- [24] FRECHARD, B. *Approche des valeurs normatives du logiciel PosturoPro® sur plateforme statique*. Mémoire DU Exploration et rééducation des troubles de l'équilibre. Université Claude Bernard Lyon 1. 2008.

[25] KHACHNAOUI, F., VANBIEERVLIE, W., BENAÏM, C., PELISSIER, J., HERISSON, C., PERENNOU, D. Restauration de la posture érigée après AVC : dissociation entre asymétrie d'appui et stabilité, *Annales de Réadaptation et Médecine Physique*.2002.45 ; 341.

[26] CHENG, PT., WU, S.-H., LIAW, M.-L., WONG, A., TANG, F.-T. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001. 82 ; 1650-4.

[27] SACKLEY, CM, LINCOLN, NB. Single blind randomised controlled trial of visual feedback after stroke : effects on stance symmetry and function, *Disability and Rehabilitation*.1997. 12 ; 536-46.

[28] VANDERMEEREN, Y. Plasticité des aires motrices corticales : progrès récents et perspectives thérapeutiques. *Revue Neurologique*. 2003. 159 :3 ; 259-275.

[29] BRANDT, T. Motor and Functional Recovery After Stroke : a comparison between 4 European Rehabilitation Centers. *Stroke*. 2007. 38 ; 2030-2031.

[30] HODIES, T., COHEN, L., CRAMER, S. Functional Imaging of Intervention Effects in Stroke Motor Rehabilitation. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. December 2006. 87.

[31] YELNIK, A., BONAN, I.-V., SIMON, O., GELLEZ-LEMAN, M.-C. Rééducation après accident vasculaire cérébral. *EMC, Neurologie*. 2008.17-046-U-10.

[32] BONAN,I.-V., YELNIK, A., COLLE, F., MICHAUD, C., NORMAND, E., PANIGOT, B., ROTH, P., GUICHARD, J., VICAUT, E. Reliance on visual information after stroke. Part II : effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke : a randomized controlled trial. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. February 2004. 85.

[33] JACQUEMARD, J., COSTILLE, M., Apport de la rééducation vestibulaire pour une prise en charge multisensorielle des troubles de l'équilibre. *Kiné Scientifique*. Novembre 2008. 493.

[34] KERDONCUFF, V., DURUFLE, A., PETRILLI, S., NICOLAS, B., ROBINEAU, S., LASSALLE, A., LE TALLEC, H., RAMANANTSITONTA, J., GALLIEN, P. Intérêt de la rééducation par biofeedback visuel sur plateforme de stabilométrie dans la prise en charge des troubles posturaux des hémiplésiques vasculaires. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2004. 47 ; 169-76.

[35] BRANDT, T., DIETRICH, M., DANEK, A. Vestibular cortex lesions affect the perception of verticality. *Annals of Neurology*, 2004. 4 ; 403-412.

[36] YELNIK, A., LEBRETON, F., BONAN,I., COLLE, F., MEURIN, F., GUICHARD, JP. Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke. *Stroke*. 2002. 33 ; 2247-53.

Remerciements :

Dans le cadre de ce travail je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée et soutenue, plus particulièrement :

-Mr Vincent Arnould, pour ses compétences, son précieux enseignement lors de mon stage, sa disponibilité, ses conseils et son soutien.

-Mme Hélène Beugnet, pour sa disponibilité, ses conseils et sa capacité à nous faire relativiser.

-Mr Jean-Louis Claes, pour son aide dans l'analyse statistique des résultats.

-Le RehaZenter, pour la mise à disposition du matériel et des patients.

-Les patients, pour leur participation à cette étude.

-Mr Alain Zeitoun, pour ses renseignements, ses corrections et sa disponibilité.

-Ma famille et mes amis, pour leur soutien et leur aide tout au long de ces 4 années d'études.