MINISTÈRE DE LA SANTÉ RÉGION LORRAINE DE EORMATION EN MASSO KINIÉ

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

PRISE EN CHARGE EN KINÉSITHÉRAPIE D'UN PATIENT ATTEINT DU SYNDROME DE GUILLAIN-BARRÉ EN PHASE DE RÉCUPÉRATION

Mémoire présenté par Caroline GAUROIS étudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute. 2009-2010

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

1.	INTRODUCTION	1
	1.1. Le syndrome de Guillain-Barré	2
	1.1.1. Rappels anatomopathologiques	2
	1.1.2. Aspects caractéristiques	3
	1.2. Rappels sur l'équilibre	4
	1.2.1. Définitions	4
	1.2.2. Bases neurophysiologiques du contrôle postural	4
	1.3. Histoire du patient et de sa maladie	5
2.	BILAN INITIAL	6
	2.1. Inspection et palpation	6
	2.2. Bilan de la douleur	7
	2.3. Bilan articulaire	7
	2.3.1. Membres supérieurs	7
	2.3.2. Membres inférieurs	7
	2.4. Bilan de la force musculaire	8
	2.4.1. Membres supérieurs	8
	2.4.2. Membres inférieurs	8
	2.4.3. Tronc	8
	2.5. Bilan du train porteur	9
	2.5.1. Longueur des membres inférieurs	9
	2.5.2. Bassin	9
	2.5.3. Pieds	9
	2.6. Bilan cardio-respiratoire	10
	2.7. Bilan de la sensibilité	10
	2.8 Bilan psychologique	11

	2.9. Bilan fonctionnel	11
	2.10. Bilan de l'équilibre	11
	2.10.1. Evaluation de l'équilibre assis	11
	2.10.2. Etude de l'équilibre à l'aide de la plateforme BlORescue	12
	2.10.2.1. Les empreintes	12
	2.10.2.2. Position de Romberg	13
	2.10.2.3. Les limites de stabilité	13
	2.11. Bilan de la marche	14
	2.12. Bilan diagnostic kinésithérapique	15
	2.13. Objectifs de traitement	15
3	. TRAITEMENT	16
	3.1. Récupération des amplitudes articulaires du pied	16
	3.1.1. Etirement du triceps sural et des ischio-jambiers	16
	3.1.2. Mobilisation des os du pied	17
	3.2. Rééducation de l'équilibre	18
	3.2.1. Avec la plateforme BIORescue	18
	3.2.2. Autres exercices	20
	3.2.2.1. En position assise	21
	3.2.2.2. En position debout	22
	3.3. Correction de la marche	22
	3.4. Balnéothérapie	24
	3.4.1. Les propriétés	24
	3.4.2. Exercices proposés	24
4	I. BILAN DE FIN DE STAGE ET DISCUSSION	25
	4.1. Bilan de la douleur	25

	4.2. Bilan articulaire	25		
	4.3. Bilan de la force musculaire	25		
	4.3.1. Membres supérieurs et inférieurs	25		
	4.3.2. Tronc	26		
	4.4. Bilan de la sensibilité	26		
	4.5. Bilan psychologique	26		
	4.6. Bilan de l'équilibre et de la marche	26		
	4.7. Bilan diagnostique kinésithérapique	27		
	4.8. Discussion	28		
5	. CONCLUSION	29		
В	BIBLIOGRAPHIE			

ANNEXES

RÉSUMÉ

Nous proposons dans ce travail de décrire la prise en charge de C. N., au centre de rééducation l'ADAPT Thionis à Thionville, atteint du syndrome de Guillain-Barré, depuis 1 an, en phase de récupération. Pendant 8 semaines, nous allons nous intéresser, en particulier, au maintien de l'équilibre. Après quelques rappels sur cette neuropathie périphérique et sur les éléments qui interviennent dans le contrôle postural, nous établirons un état des déficiences du patient puis nous décrirons les techniques kinésithérapiques utilisées pour atteindre nos objectifs. Le bilan final réalisé met en évidence la progression de C. N. grâce à une rééducation pluridisciplinaire.

Mots clés : Guillain-Barré, récupération, séquelles, neuropathie, équilibre.

1. INTRODUCTION

Le syndrome de Guillain-Barré (S.G.B.), défini en 1916, par trois médecins français, Guillain, Barré et Strohl, fait partie des neuropathies périphériques, associé à un phénomène inflammatoire. La prévalence est de 1/100 000 par an. Chaque année, en France, 1700 personnes sont hospitalisées dans le cadre d'un S.G.B. Depuis l'instauration de traitements modernes, en particulier les soins intensifs, le taux de mortalité a considérablement diminué. L'évolution est le plus souvent favorable mais la récupération ad integrum n'est pas la règle, il subsiste quelques séquelles sensitivomotrices ; en effet, 15 à 20 % des patients gardent des répercussions mineures et 5 à 10% d'autres, plus invalidantes, au-delà de la première année (12, 13, 14, 16).

Cette neuropathie touche principalement les adultes sans distinction de sexe, dans de rares cas les enfants et adolescents et plus exceptionnellement les nourrissons (2, 21).

L'étiologie est encore imprécise mais il a été remarqué dans 2/3 des cas la survenue d'un épisode infectieux aigu touchant les voies respiratoires ou digestives environ 3 semaines auparavant (2, 16, 21). Le S.G.B. est considéré comme une réponse immunitaire à une agression souvent d'origine virale. Les agents infectieux les plus souvent rencontrés sont les virus appartenant à la famille des herpès (cytomégalovirus, virus d'Epstein-Barr et plus rarement zona), le virus de l'immunodéficience humaine (V.I.H.), le Campylobacter jejuni (responsable d'entérites aigues bactériennes) (13, 16). Le ou les antigènes n'ont toujours pas été identifiés, le diagnostic repose donc sur des critères cliniques comme les modifications du liquide céphalo-rachidien (L.C.R.) et les anomalies de la conduction nerveuse. Une protéinorachie supérieure à 0,45g/l pouvant atteindre 10g/l est caractéristique d'un S.G.B. mais peut faire défaut dans 15% des cas (13, 16). "Le pronostic fonctionnel n'est pas influencé par l'âge, le sexe, le mode de début de la maladie, l'importance ou la persistance de l'hyperprotéinorachie ou encore la durée de la phase d'extension. En revanche, l'intensité du déficit moteur et la durée de la phase de plateau sont directement en relation avec les séquelles motrices et fonctionnelles qui subsistent un an après le début de la maladie" (21). Si la phase de plateau est inférieure ou égale à 7 jours, la récupération sera le plus souvent complète mais si elle s'étale sur 21 jours ou plus, le risque de séquelles augmente; de plus, les anomalies retrouvées lors de l'électromyogramme (E.M.G.) ont toute leur importance, les signes importants de démyélinisation et l'abaissement des potentiels d'action moteurs et sensitifs marquent une atteinte axonale et rendent le pronostic plus sévère. Cependant l'examen électro-physiologique peut ne révéler aucune anomalie sans remettre en cause le diagnostic du S.G.B. L'atteinte axonale révélée à l'E.M.G. est caractéristique d'une amyotrophie précoce. Des rechutes sont exceptionnelles (13, 21).

Dans cette étude de cas, nous proposons une prise en charge d'un patient atteint d'un S.G.B. diagnostiqué il y a un peu plus d'un an, compliqué de séquelles de fractures bilatérales de calcanéus, antécédents relativement invalidants. Notre travail est basé principalement sur la récupération de l'équilibre tant statique que dynamique, nous nous intéressons donc aux récepteurs de l'équilibre et à leurs caractéristiques dans cette introduction.

1.1. Le syndrome de Guillain Barré

1.1.1. Rappels anatomopathologiques (2, 9, 21)

Le syndrome de Guillain-Barré est une polyradiculoneuropathie inflammatoire aigüe d'apparition brutale, c'est une pathologie neurologique périphérique caractérisée par la démyélinisation des axones des nerfs rachidiens et crâniens. L'axone, quant à lui, reste souvent intact. La myéline, substance lipidique blanchâtre, est fabriquée par les cellules de Schwann qui s'enroulent autour de l'axone permettant une isolation électrique et une conduction rapide et saltatoire grâce aux nœuds de Ranvier; ces nœuds sont, en fait, une interruption de la gaine de myéline qui représente l'espace entre 2 cellules de Schwann voisines. L'axone et les cellules de Schwann qui l'entourent constituent l'unité fonctionnelle au niveau du système nerveux périphérique (S.N.P.).

Dans S.G.B. la myéline est détruite ou altérée (fig. 1, annexe I), la transmission nerveuse s'en retrouve donc ralentie, de mauvaise qualité, aboutissant à des déficiences du S.N.P. allant des troubles de la sensibilité, de la parésie à la paralysie dans certains cas. L'atteinte, symétrique, débute distalement et se propage tardivement aux racines des membres, aux muscles du tronc et parfois aux nerfs crâniens.

1.1.2. Aspects caractéristiques

"Arguments en faveur d'un S.G.B.:

- Déficit progressif des membres généralement symétrique
- Phase d'extension des paralysies inférieure à 4 semaines
- Aréflexie tendineuse
- Signes sensitifs plus discrets surtout proprioceptifs, paresthésies distales inaugurales
- Atteinte des nerfs crâniens touchant principalement le nerf facial
- Dysautonomie cardio-vasculaire
- Dissociation albumino-cytologique du liquide céphalo rachidien
- Anomalies électro-physiologiques évoquant une démyélinisation" (16).

Le S.G.B. évolue en 3 phases (2, 13, 16, 21):

- Une phase d'extension, généralement inférieure à 2 semaines, atteinte plus prématurée des membres inférieurs. Cette phase est marquée par une aggravation progressive des déficits (moteurs et sensitifs). La surveillance est le mot clé de cette période pour déceler des signes plus graves comme les troubles de la déglutition, l'atteinte des muscles de la respiration qui pourraient être fatal au patient.
- Une phase de plateau, de durée variable, quelques jours à plusieurs semaines, où les symptômes se stabilisent. Nous sommes souvent en présence d'une aréflexie tendineuse, de déficits moteurs et sensitifs, entrainant des déficiences du tonus postural se traduisant par des troubles de l'équilibre.
- Une phase de récupération de quelques mois à 2 ans, régression progressive, lente, débutant aux racines des membres.

1.2. Rappels sur l'équilibre

1.2.1. Définitions

Equilibre : "état de quelqu'un, d'un animal, qui maîtrise sa position et ses mouvements, qui ne tombe pas." (Larousse)

"Faculté de maintenir le centre de gravité au-dessus de son polygone de sustentation au prix d'oscillations aussi faibles que possible" (1).

1.2.2. Bases neurophysiologiques du contrôle postural (10, 17, 19, 20)

La stabilité posturale dépend de 3 éléments : (tab. I, annexe I)

- <u>Le système vestibulaire</u> : les structures de l'oreille interne telles que les otholites et les canaux semicirculaires sont sensibles aux positions de la tête et aux accélérations linéaires et angulaires, et renseignent sur la vitesse et la direction du déplacement.
- La somesthésie : comprend la sensibilité musculaire (muscle et tendon), articulaire et cutanée.
 - La sensibilité musculaire est due aux fuseaux neuromusculaires, récepteurs sensoriels sensibles à l'étirement du muscle, et aux organes tendineux de Golgi activés lors d'une tension exercée sur le muscle.
 - La sensibilité articulaire est due aux corpuscules de Ruffini et de Pacini qui sont des récepteurs articulaires, localisés au niveau de la capsule et des ligaments, sensibles à la pression et à la tension des éléments capsulo-ligamentaires dans des positions extrêmes de l'articulation.
 - La sensibilité cutanée est caractérisée par des mécanorécepteurs renseignant sur la déformation de la peau, celle-ci est riche en capteurs (étirement, frottement, vibration, pression). Leur répartition est variable, c'est à la partie distale des membres qu'ils sont les plus nombreux.

 <u>La vision</u>: contribue à l'amélioration du contrôle postural, assuré, principalement, par les afférences décrites ci-dessus; elle joue un rôle essentiel surtout lorsque nous avons une atteinte d'un des 2 systèmes précédents, elle nous informe sur la position et les mouvements du corps.

Toutes ces afférences ont un rôle prépondérant dans le contrôle postural puisque l'atteinte d'une d'entre elles affecte le maintien de l'équilibre; elles sont intégrées en permanence au niveau des centres nerveux supérieurs.

1.3. Histoire du patient et de sa maladie

Nous prenons en charge C. N., 28 ans, atteint du S.G.B., en phase de récupération.

En septembre 2005, il s'est fracturé les 2 calcanéus, le tibia et la fibula gauches au tiers inférieur, traitées par ostéosynthèse, ainsi que le tiers supérieur de l'humérus gauche, traitée également par ostéosynthèse, suite à une tentative de suicide par défénestration de 3 étages dans un contexte de schizophrénie. Il est suivi une fois par mois et traité par RISPERDAL LP 0,5 (une injection tous les 15 jours) depuis 3 ans. Monsieur N., de niveau BEP tourneur-fraiseur, a travaillé une année dans un fast-food, il était sans emploi au moment du diagnostic neuropsychologique et est en invalidité depuis, percevant les Allocations Adultes Handicapés ; il est sous curatelle (sa mère).

Le 29 août 2008, le syndrome de Guillain-Barré a été posé, deux semaines après un épisode de gastro-entérite. Dans le dossier médical nous lisons qu'il n'y a aucun signe caractéristique à l'E.M.G., "cependant il semble s'agir à coup sûr d'une pathologie inflammatoire auto-immune type Guillain-Barré". Après un court séjour à l'hôpital Mont-Saint-Martin, fin août 2008, le patient est transféré, le 24 septembre 2008, à Lay Saint Christophe, au centre de rééducation spécialisé en neurologie, pour une période de 11 mois, dans le cadre d'une tétraparésie secondaire à un S.G.B. La prise en charge est articulée autour de la récupération musculaire et fonctionnelle. Suite à ce séjour, il est transféré le 17 août 2009 à l'ADAPT Thionis pour se rapprocher de son domicile. Notre prise en charge débute 2 semaines après, date de début du stage; nous sommes à 1 an du diagnostic.

Antécédents :

- Fractures bilatérales calcanéus, tibia et fibula gauches,
- Fracture humérus gauche,
- Schizophrénie,
- Psoriasis: cuir chevelu, sourcils et oreilles, connu de longue date,
- Recto-colite hémorragique pseudomembraneuse,
- Maladie de Crohn.

Il est fumeur (9.75 paquets.année), sevré du cannabis et boit un verre d'alcool à l'occasion. Il pèse 75 kg pour 1,77 m.

C. N., célibataire, vit avec sa mère à Villerupt dans un appartement au 5^{ème} étage sans ascenseur, il envisage donc un déménagement dans un logement plus approprié au rez-de-chaussée. Des ambulanciers viennent le chercher et le portent, tous les deux jours, pour la rééducation. Ses parents sont en instance de divorce.

Il aime la musique, regarder la télévision, c'est un passionné d'internet et de jeux vidéos.

2. BILAN INITIAL

Ce bilan est réalisé pendant la deuxième semaine de stage.

2.1. Inspection et palpation.

Présence de 3 cicatrices non adhérentes qui sont les séquelles de sa défénestration. Nous notons une amyotrophie généralisée et symétrique des membres inférieurs. Les réflexes ostéotendineux sont abolis.

Au fond de ses chaussures, le patient a placé une semelle achetée en grande surface pour "amortir" les appuis sur les calcanéus et rendre la marche moins douloureuse.

2.2. Bilan de la douleur

Douleurs de type compression au niveau de la face plantaire des pieds. Douleurs diurnes et nocturnes (problème du poids de la couverture). Paresthésies dans les mains et les pieds, traitées par NEURONTIN 3 x 400mg/jour. E.V.A. (échelle visuelle analogique) au repos : 3/10, E.V.A. à la marche : 4-5/10, E.V.A. à l'activité (kiné) : 7/10.

2.3. Bilan articulaire

Le bilan articulaire est réalisé à l'aide d'un goniomètre en actif et en passif.

2.3.1. Membres supérieurs (M.S.) (tab. II, annexe II)

Les rotations de l'épaule sont mesurées en position R2 : épaule en abduction à 90° dans le plan de la scapula, coude fléchi à 90°.

Les amplitudes du poignet sont limitées en flexion/extension mais restent fonctionnelles. Nous ne retrouvons aucune limitation pour les épaules, les coudes et les doigts.

2.3.2. Membres inférieurs (M.I.) (tab. III, annexe II) :

<u>Hanches</u>: Nous notons des rétractions à droite et à gauche des ischio-jambiers et une rétraction du quadriceps à droite. L'abduction et l'adduction sont normales des 2 côtés. Les mouvements de rotation sont en légère limitation.

Genoux : Nous observons une rétraction bilatérale des quadriceps.

<u>Cheville</u>: Il y a très peu de flexion dorsale due à la perte de force du muscle tibial antérieur et à une rétraction du triceps sural.

.

2.4. Bilan de force musculaire

2.4.1. Membres supérieurs (8) (tab. IV, annexe III)

Monsieur N. présente quelques faiblesses musculaires qui sont plus marquées à droite. Cependant la plupart des muscles sont cotés à 4 ou 5.

2.4.2. Membres inférieurs (8) (tab. V, annexe III)

Nous notons une faiblesse musculaire plus marquée à gauche qu'à droite, les muscles sont cotés entre 3 et 5 sauf les muscles triceps sural, tibial antérieur, tibial postérieur, court et long fibulaires et extenseur de l'hallux, stabilisateurs de cheville, qui sont très faibles, cotés à 2 sauf les fibulaires à 1.

2.4.3. Tronc (7)

- Les abdominaux :

- Test de Shirado : test d'endurance statique. Le sujet est en décubitus dorsal, les hanches et les genoux fléchis à 90°, reposant sur un coussin, pour mettre en insuffisance active les fléchisseurs de hanches. Les bras sont croisés et les mains sur les épaules controlatérales, dans cette position, nous lui demandons de maintenir le plus longtemps possible une flexion maximale du tronc. Nous notons une durée de 28 secondes, la norme étant de 63 secondes nous sommes en présence d'une sérieuse limitation de force des abdominaux.
- Test du caisson abdominal : assis en bout de table, les jambes tendues, nous imprimons un mouvement de rotation du tronc par une poussée au niveau de la ceinture scapulaire, nous notons chez C. N. une dissociation entre les deux ceintures (ceinture scapulaire et ceinture pelvienne).

- Les spinaux :

• Test de Sorensen : test d'endurance statique. Le patient est en procubitus, le tronc dans le vide, les épines iliaques antéro-supérieures (E.I.A.S.) sont en contact avec le bord de la table et les membres inférieurs sont maintenus par le kinésithérapeute. Monsieur N. tient 23 secondes le tronc horizontal; la norme étant de 102 secondes, il présente un déficit de force musculaire des spinaux.

2.5. Bilan du train porteur

2.5.1. Longueur des M.I.

- En charge :
 - E.I.A.S. Talon (sol): à gauche 102 cm et à droite 103 cm
 - Grand trochanter talon : à gauche 96 cm et à droite 96 cm
 - Grand trochanter malléole latérale : à gauche 91 cm et à droite 92 cm
- En décharge : à gauche 101 cm et à droite 102 cm

Cette différence de longueur nécessite une compensation de 1 cm.

2.5.2. Bassin

- Anté-rétroversion : angle Q (spino-trochantéro-fémoral) à gauche 145° et à droite 145° : tendance à la rétroversion (norme 135° +/- 10°), expliquée par la rétraction des ischio-jambiers remarquée lors du bilan articulaire.
- Déséquilibre dans le plan frontal : avec un niveau à branche sur les crêtes iliaques, crête droite plus haute. Bassin équilibré lorsque nous plaçons une talonnette de 1 cm à gauche.
- Déséquilibre dans le plan horizontal : rotation droite.

2.5.3. Pieds

Valgus de 15° à gauche et de 10° à droite, mesuré en charge.

10

2.6. Bilan cardio-respiratoire

Les données ci-dessous proviennent du dossier médical du patient.

Les bruits du cœur sont réguliers, pas de souffle, le pouls périphérique est perçu et il n'y a pas d'œdème des membres inférieurs. Sur le plan respiratoire, il n'y a pas de cyanose des extrémités, pas

de toux, pas d'expectoration. L'auscultation est libre et symétrique.

Les ampliations thoraciques mesurées en séance de kinésithérapie montrent :

- Au niveau axillaire : une augmentation de 4 cm entre l'expiration et l'inspiration maximales.

- Au niveau xiphoïdien : une augmentation de 5 cm.

Mode de respiration : Respiration abdominale.

Fréquence respiratoire : 19 mouvements par minute au repos (Norme : 14 à 16/ minute)

2.7. Bilan de la sensibilité

Pour ce qui est du tronc, il n'y a aucun problème sensitif, quant aux M.I. et M.S., pour la

sensibilité superficielle, celle du tact est confuse aux pieds et tiers inférieur de la jambe gauche (C. N.

ne perçoit pas toujours la pulpe du doigt sur sa peau). La sensibilité thermo-algique est exagérée,

hyperesthésie au chaud-froid. La sensibilité discriminative est perturbée, le patient différencie mal le

piqué du touché au niveau des mains et des pieds. Quand nous exerçons une pression (pique ou

touche) à la face palmaire, les paresthésies augmentent et se propagent jusqu'au bout des doigts. En

ce qui concerne le territoire du nerf radial, nous avons une hypoesthésie bilatérale plus marquée à

gauche. Pour le territoire du nerf ulnaire, la face dorsale est caractérisée par une discrimination

imparfaite, sensation de pique au lieu de touche, ce qui est l'inverse pour la face palmaire. Dans le

territoire du nerf médian, il ne sent pas la différence entre le pique et le touche à la face palmaire, sur

la face dorsale, quelques erreurs mais les sensations sont plutôt préservées. Aux M.I. les dermatomes

correspondants à L1, L2 et L3 ne sont pas atteints, concernant les territoires de L4, L5 et S1 nous

notons une hypoesthésie bilatérale, plus importante à droite pour S1. Dans ces 3 derniers

dermatomes, les paresthésies sont augmentées lors d'une pression.

La sensibilité profonde est imprécise, C. N. est capable, les yeux fermés, de nous donner approximativement la position dans laquelle nous avons placé une articulation (hanche, genou, hallux) sauf au niveau de la cheville où il ne perçoit pas la direction du mouvement. (Annexe IV)

2.8. Bilan psychologique

Le statut d'invalide, les douleurs persistantes aux pieds, la marche avec cannes anglaises (suite à sa défénestration) et le diagnostic de Guillain-Barré ont bien affligé C. N., le périmètre de marche étant restreint et les escaliers un obstacle à l'heure actuelle, il se sent esseulé, puisqu'il ne sort jamais de chez lui sauf pour se rendre au centre de rééducation, et dépendant. Il se montre peu coopérant malgré son envie de récupérer, il n'a pas confiance en lui et est anxieux à l'idée de lâcher ses cannes.

2.9. Bilan fonctionnel

Il est autonome pour les activités de la vie quotidienne (toilette, habillage, repas, fonction vésico-sphinctérienne, écriture). M. N. éprouve des difficultés pour se relever du sol.

2.10. Bilan de l'équilibre

2.10.1. Evaluation de l'équilibre assis (Annexe V)

Le patient est assis sur une table jambes pendantes. D'après l'échelle de l'équilibre postural assis (E.P.A.), Monsieur N. est coté à 2 : équilibre postural maintenu sans appui postérieur, mais déséquilibre lors d'une poussée qu'elle qu'en soit la direction.

2.10.2. Etude de l'équilibre à l'aide de la plateforme BIORescue (6)

BIORescue est un système qui allie une plateforme composée de capteurs baropodométriques et un logiciel d'analyse, proposant des exercices de rééducation.

La plateforme de posturographie est composée de 1600 capteurs qui s'activent à partir d'un certain seuil de pression, chacun mesure la force qui lui est appliquée. Les programmes proposés (test ou exercices) placent le sujet dans une situation de déséquilibre, et analysent la capacité à maintenir ou à rétablir l'équilibre par l'étude de la trajectoire des centres de pression.

2.10.2.1. Les empreintes

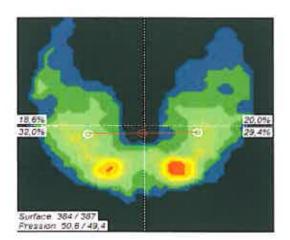


Figure 2 : empreintes fessières pieds hors sol

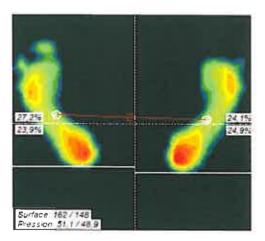


Figure 3 : empreintes podales en position de Romberg

Que ce soit au niveau ischiatique ou podal, la répartition des appuis est égale à droite comme à gauche (fig.2 et 3). Les 2 points blancs correspondent au centre de pression de chaque pied, en rouge, le centre de pression global.

En position debout, la zone rouge montre qu'il y a un appui important au niveau des talons, nous supposons donc que le patient est en chute arrière (fig. 3), de même pour les empreintes fessières (fig. 2).

2.10.2.2. Position de Romberg

Pendant 1 minute le sujet doit maintenir son équilibre en position de Romberg, c'est-à-dire pieds légèrement écartés et talons formant un angle de 30°, dans un premier temps les yeux ouverts puis les yeux fermés. Le pattern est nettement plus important les yeux fermés ce qui nous confirme que la vue est un élément essentiel dans les troubles de l'équilibre (fig. 4). C. N. a ressenti le besoin d'utiliser le déambulateur devant lui lors de ce test.

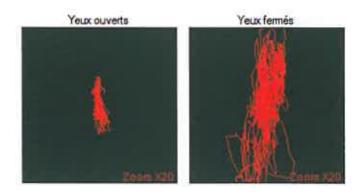


Figure 4 : déplacement du centre de pression lors de la station debout en position de Romberg : yeux ouverts puis fermés.

2.10.2.3. Les limites de stabilité (L.D.S.)

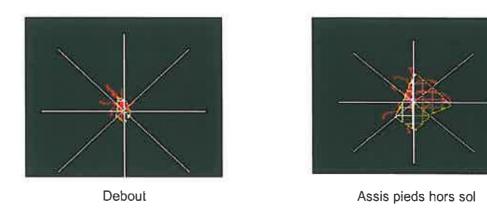


Figure 5 : les limites de stabilité

Les L.D.S. se font dans tous les plans, il s'agit de se mouvoir dans des directions imposées par le logiciel sans bouger les pieds. Le résultat est présenté sous forme d'un pattern, qui correspond au déplacement du centre de pression (en rouge). C'est à partir de l'analyse des L.D.S. que les exercices seront ajustés au patient.

Pour les mesures debout, comme pour le test précédent C. N. utilise le déambulateur. Dans les 2 positions nous remarquons que C. N. va plus volontiers vers l'arrière ce qui confirme ce que nous supposions lors de l'analyse des empreintes. Assis, il va plus facilement vers la droite alors que debout la tendance est vers la gauche (fig.5).

2.11. Bilan de la marche

Le patient se déplace habituellement avec 2 cannes anglaises, la marche sans cannes est possible, sur 50 mètres; il est alors arrêté par ses douleurs au niveau des talons et par la fatigue. Nous observons, à la déambulation sans aide technique entre les barres parallèles, une absence de dissociation des ceintures, une rotation droite du bassin et du tronc, la hanche droite est en rotation latérale. L'attaque du talon au sol est peu perceptible (flexion dorsale quasi nulle), il n'y pas de déroulement du pas, la flexion plantaire étant faible, nous n'avons pas de pas postérieur et donc peu de propulsion. C. N. fait des petits pas pour diminuer la durée d'appui sur ses talons douloureux.

Escaliers : la rampe étant à droite chez lui, nous reproduisons cette disposition, C. N. utilise une canne à gauche. Les déplacements sont lents, nous notons très peu de mobilité des articulations des pieds, les mouvements se passent dans les articulations sus-jacentes. Le regard est orienté vers le sol et ses pieds. Il décharge une bonne partie de son poids sur la canne et la rampe pour soulager ses calcanéus. Il n'y a pas d'alternance, lors de la montée, c'est le pied droit qui passe devant, lors de la descente, c'est le gauche ; cette dernière étant plus difficile, ceci s'explique par un travail plus important, plus coûtant du quadriceps, le travail excentrique. Il se sent très fatigué après la montée d'un étage.

2.12. Bilan diagnostic kinésithérapique

- Déficiences : douleurs au niveau de la face plantaire des pieds, paresthésies dans les extrémités, déficit d'amplitudes articulaires des chevilles (F.D, F.P, inversion, éversion), déficit de force musculaire principalement M.I. (stabilisateurs de cheville essentiellement) et tronc (abdominaux, spinaux), rétractions musculaires (ischio-jambiers et triceps en bilatéral, quadriceps droit), différence de 1 cm de la longueur des membres inférieurs, déficit de la sensibilité superficielle au niveau des extrémités et de la sensibilité profonde.

- Incapacités : du soutien postural du tronc, à la locomotion (course, marche rapide, montée des escaliers), également en ce qui concerne la résistance physique.

- Désavantages : principalement social ; les escaliers de son immeuble sont assez étroits et les marches d'une hauteur d'environ 15 cm, il ne sort donc pas de chez lui les jours où il n'a pas de séance de kinésithérapie.

Projet du patient : A la suite de sa tentative de suicide, C. N. se déplaçait avec 2 cannes anglaises, il souhaite marcher au moins comme avant sa neuropathie, sans fatigue, sur une plus longue distance et pouvoir monter et descendre les escaliers afin de ne plus être dépendant des ambulanciers et, de sa mère. Il espère retrouver la sensibilité au niveau de ses mains et maintenir son équilibre face à des situations déstabilisantes.

2.13. Objectifs de traitement

- Améliorer la réponse motrice par la stimulation des proprio-récepteurs (sensibilité profonde et équilibre).
- Corriger la marche.
- Améliorer l'endurance.

- Récupérer les amplitudes articulaires déficitaires.
- Renforcer les muscles déficitaires.
- Etirer les muscles rétractés.
- Eduquer le patient (auto-exercices, auto-étirements).
- Apprendre la respiration abdomino-diaphragmatique à l'effort.

Les objectifs à long terme :

- Améliorer ou maintenir la résistance à l'effort.
- Développer l'autonomie.

Tous ces objectifs sont pris en compte pendant la durée du stage, cependant, dans cette rédaction nous traiterons principalement la rééducation de l'équilibre et de la marche.

3. TRAITEMENT

Au préalable, nous avons confectionné une talonnette de 1 cm pour compenser son déséquilibre que nous plaçons sous la chaussure gauche (fig. 6 et 7 ; annexe VI).

C. N. est pris en charge par une équipe pluridisciplinaire, il bénéficie de séances de kinésithérapie ainsi que d'ergothérapie et de sport, par la suite s'ajoutera la balnéothérapie.

3.1. Récupération des amplitudes articulaires du pied

3.1.1. Etirement du triceps sural et des ischio-jambiers

Le patient ayant toute la chaîne postérieure rétractée nous allons étirer les ischio-jambiers, et les triceps suraux dans la même manœuvre. C. N. est en décubitus dorsal, jambes tendues, nous amenons passivement le membre inférieur en flexion de hanche, le genou est en extension, et nous associons une flexion dorsale de cheville. Au seuil d'extensibilité nous maintenons 30 secondes. Nous poursuivons par la méthode du tenu-relâché par une contraction isométrique de 6 à 8 secondes du

triceps sural, puis un relâchement de 6 à 8 secondes et nous continuons l'étirement. Nous le faisons également pour les ischio-jambiers.

3.1.2. Mobilisation des os du pied

- Traction et mobilisation passive de l'articulation talo-crurale dans le but d'assouplir les éléments capsulo-ligamentaires : le patient est assis en bord de table, nous effectuons une prise sur le col du talus et une autre à la face postérieure du calcanéus puis nous tractons selon l'axe jambier, que nous répétons 10 fois ; la mise en tension, le temps de maintien et le relâchement durent pour chacun, 6 secondes. Les glissements-roulements se feront en sens inverse puisque l'on mobilise une surface convexe sur une surface concave. Pour la flexion dorsale, C. N. est en décubitus dorsal, un coussin triangulaire est placé sous son genou pour détendre le triceps sural afin qu'il ne nous limite pas lors du mouvement. Première commissure de la main crâniale sur le col du talus pour réaliser des glissements vers l'arrière, prise du calcanéus avec la main caudale, face plantaire en contact avec notre avant-bras puis nous amenons en flexion dorsale. Pour la flexion plantaire, le patient est installé en décubitus latéral, le pied supra-latéral est celui que nous allons mobiliser, la cuisse reposant sur un coussin demi-lune et la face plantaire étant en contact avec notre abdomen. La première commissure de la main crâniale fait glisser vers l'avant le talus par une prise à la partie postérieure, quant à l'autre main, la première commissure est sur le col du talus et réalise une traction vers le bas, nous amenons alors en flexion plantaire par une rotation de notre tronc. Les temps d'aller, de maintien et de retour durent 6 secondes chacun.

Pour les mobilisations suivantes, le patient est en décubitus dorsal, elles sont précédées d'un massage de la voûte plantaire et, de tractions :

- Mobilisation du 1^{er} rayon : os naviculaire 1^{er} cunéiforme 1^{er} métatarsien 1^{ère} phalange par des prises pouce-index.
- Mobilisation des 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} rayons par des prises pouce-index.

Pour les deux précédentes, nous faisons des glissements de haut en bas.

- Mobilisation de l'articulation de Chopart (entre tarse antérieur et tarse postérieur) qui autorise des glissements de haut en bas et des rotations. Première commissure de la main crâniale sur le col du talus, l'index reposant sur le calcanéus, l'autre main englobe les os naviculaire et cuboïde.
- Mobilisation de l'articulation de Lisfranc (tarso-métatarsienne) par une prise en barrette sur le cuboïde et les os cunéiformes avec la main proximale et une deuxième prise en barrette au niveau des métatarses avec l'autre main. Nous réalisons des mouvements de glissements haut-bas.
- Mobilisation de l'articulation subtalaire : nous nous asseyons sur la table dos au patient entre ses M.I., son genou étant bloqué par notre hanche. Première commissure sur le col du talus, pouce et index de part et d'autre du talus, première commissure de l'autre main sur la face postérieure du calcanéus puis nous effectuons des mouvements de rotation.

Ces techniques permettent de stimuler les propriocepteurs de part notre contact manuel avec la peau (effleurages, pressions, étirements) et par la mise en tension des éléments capsulo-ligamentaires.

L'homme est un pendule inversé, la mobilité du pied est donc primordiale pour l'adaptation de celui-ci au sol. Le pied est aussi un capteur d'informations proprioceptives permettant un réajustement postural (1).

3.3. Rééducation de l'équilibre

3.3.1. Avec la plateforme BIORescue

La plateforme sert de bilan et de traitement ; à partir des résultats obtenus aux différents tests, des exercices sous forme ludique et avec un biofeedback sont proposés au patient et ajustés à ses capacités fonctionnelles. L'objectif de cette rééducation, basée sur l'anticipation, est d'obtenir les mêmes réactions d'équilibration posturale dans la vie quotidienne. L'équilibre, les L.D.S., les transferts d'appui et l'anticipation sont les éléments à rechercher.

La rééducation par la plateforme BIORescue repose sur la notion de biofeedback : "fournir au patient une rétro-information externe instrumentale sur ses propres performances dans un but d'apprentissage par conditionnement en vue de sevrage de la rétro-information externe "(1).

Différents niveaux de difficultés (débutant, moyen, difficile, expert) sont disponibles pour améliorer au mieux les L.D.S. sans refaire de mesure à chaque progrès.

Les exercices sont réalisés en position assise puis debout. Leur durée est variable ; pour C. N., qui se fatigue très vite, nous avons commencé à 60 secondes puis 90 pour atteindre 120 secondes à la fin de la prise en charge, avec une pause égale au temps de travail entre chacun.

A chaque fois, un déambulateur est placé devant le patient pour plus de sécurité, qu'il utilise régulièrement pour se stabiliser.

Prenons comme exemples:

-Le "skieur" (fig. 8), cet exercice fait travailler le transfert du poids du corps de droite à gauche et d'avant en arrière, au fil des séances nous aurons, de la part du patient, des ajustements posturaux anticipants. Le but étant de passer entre le plus de portes possible dans une descente à ski, les transferts de droite à gauche déplacent le skieur latéralement tandis que les mouvements vers l'avant et l'arrière permettent respectivement d'accélérer ou de freiner.



Figure 8 : le "skieur"

- La "fiole" (fig. 9), représentée par 2 colonnes remplies d'un fluide, insiste sur les transferts d'appui latéraux, en demandant au patient d'atteindre le niveau de liquide indiqué qui correspond à un

pourcentage d'appui. Selon la difficulté, le temps de maintien dans la position exacte est augmenté. Le niveau d'eau change quand le précédent est atteint.

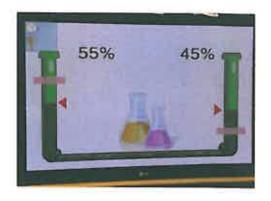


Figure 9 : la "fiole"

- Le "tour du monde" est un exercice que nous avons aussi exploité avec C. N.; sur l'écran une mappemonde est représentée, la localisation de villes est l'objectif, s'en suivent alors des transferts du poids du corps dans la direction souhaitée. Il faut une certaine précision des gestes de la part du patient, en effet, il doit se stabiliser sur un point du globe; de même pour la "fiole", le temps de maintien varie selon la difficulté, cela nécessite donc un contrôle des oscillations, ce qui est particulièrement bénéfique pour C. N., qui progresse au fil des séances.

D'autres "jeux" comme "city walk", "mémoire", "bulle" ou encore "scrabble" nous ont permis d'améliorer l'équilibre de C. N., leurs objectifs sont les mêmes que les 3 exemples décrits précédemment. Les scores, enregistrés, permettent de mesurer l'évolution du patient.

3.3.2. Autres exercices

Pour la rééducation de l'équilibre, il faut une notion de progression (yeux ouverts/fermés, plans stables/instables, stimulation verbale ou non, etc.). Le but des exercices suivants, pour C. N., est de maîtriser ses mouvements et ses déplacements en utilisant les 3 systèmes sensoriels séparément ou associés (5).

3.3.2.1. En position assise

Pendant les 2 premières semaines, les exercices se feront sur un plan stable, la table. Le patient est assis, les yeux ouverts, nous le déstabilisons au niveau des épaules, il doit résister, puis nous augmentons la difficulté en effectuant les déstabilisations au niveau des bras, en abduction à 90°. Au cours de cet exercice, il y a stimulation auditive, le patient peut donc anticiper sa réaction posturale. Nous lui demandons de fermer les yeux, il n'y aura plus de compensation visuelle, les exercices proposés sont les mêmes, par la suite on ne préviendra plus le patient verbalement. La durée entre les déstabilisations est de plus en plus courte diminuant ainsi le temps d'équilibration.

Durant toute la troisième semaine, les déstabilisations ne sont plus manuelles, nous décidons de travailler avec une balle que nous lançons dans toutes les directions, dans des secteurs de plus en plus difficile d'accès pour C. N; nous insisterons sur la gauche, secteur révélé le plus déficitaire lors du test des L.D.S.

A partir de la quatrième semaine, nous passons sur le ballon de Klein, nous demandons tout d'abord à Monsieur N. de trouver son équilibre, puis nous appliquons des stimulations au niveau du bassin, des épaules, des bras, avec et sans participation visuelle, avec et sans stimulations verbales. Puis nous travaillons avec la balle.

Constatant les progrès de C. N., nous augmentons la difficulté de ces exercices sur le ballon de Klein en lui demandant de lever un pied du sol (à proximité, une table pour qu'il puisse se rattraper si besoin), dans cette position, les exercices sont les mêmes que précédemment, pour le lancer, nous sommes restés dans des secteurs de mobilité relativement faibles car ces mouvements lui étaient assez pénibles.

Dans ces exercices, les éléments de la somesthésie interviennent, nous faisons appel aux 3 sensibilités par la mise en tension musculaire et capsulo-ligamentaire et les pressions cutanées exercées; suite au recrutement des récepteurs proprioceptifs, il en résulte une réponse musculaire par augmentation du tonus qui permet à C. N. de se réajuster. L'utilisation de la vue est un élément essentiel lorsque nous sommes en présence d'un déficit proprioceptif, le patient peut se repérer dans l'espace et se rééquilibrer si besoin. Ces mêmes situations, sans participation visuelle, permettent de solliciter davantage les sensibilités musculaire, articulaire et cutanée.

Nous faisons régulièrement des pauses car C. N. s'épuise prématurément.

3.3.2.2. En position debout (4, 13)

Le principe est le même. Nous travaillons toujours entre les barres parallèles pour plus de sécurité. Les premières séances se déroulent sur terrain plat et stable. Au bout d'une semaine nous passons sur le tapis mousse puis le trampoline. Dans ces 3 situations, nous avons, progressivement, effectuer des poussées au niveau du bassin puis des épaules puis des bras en abduction à 90°.

Dès ces exercices acquis, nous plaçons une planche de Freeman sous ses pieds ; il doit maintenir l'équilibre dans un plan transversal puis antéro-postérieur, nous utilisons ensuite une planche ronde. Les récepteurs articulaires et musculaires s'activent renseignant sur la position des chevilles, au début C. N. compense énormément par la vue, puis, progressivement, la proprioception s'affine et il est capable de maintenir l'équilibre durant plusieurs secondes les yeux fermés ce qui n'était pas envisageable au début de notre prise en charge.

Lors de la cinquième semaine, le lancer de ballon sur trampoline débute, dans l'objectif de travailler "l'équilibre et la stabilité lors de déplacements amples et brusques".

Les informations podales sont troublées par l'utilisation du tapis mousse ou du trampoline ; le patient doit pouvoir se stabiliser dans n'importe quelle condition pour faire face aux situations réelles qu'il rencontrera. Le pied, capteur d'informations proprioceptives et extéroceptives, est fondamental pour le système de régulation de l'équilibre (20).

L'équilibre unipodal reste impossible de chaque côté.

Nous constatons au fil des semaines que la résistance physique de C. N. augmente, en effet, la durée des pauses est de plus en plus courte.

3.4. Correction de la marche (5, 18)

Notre objectif est d'améliorer la qualité de déambulation, l'endurance et d'augmenter le périmètre de marche avec une et sans canne. Nous varions les types de terrains (stable en intérieur, en extérieur, parcours d'obstacles).

Tout d'abord, le patient prend conscience de ses défauts à la marche face à un miroir (excellent biofeedback visuel).

Nous débutons dans les barres parallèles le travail de la marche croisée pour la dissociation des ceintures :

- nous nous plaçons derrière le patient qui tient 1 bâton dans chaque main, les nôtres sont en arrière des siennes, nous lui demandons d'avancer le pied gauche et nous tirons en arrière le bâton homolatéral (avancée de l'épaule controlatérale), nous poursuivons avec le pied droit.
- nous effectuons 2 stimulations simultanées : une au niveau antérieur de l'épaule et l'autre au niveau de l'E.I.A.S. controlatérale.
- l'exercice étant compris nous lui demandons de le refaire sans aide du M.K. avec les barres parallèles puis avec les cannes anglaises.

Travail de la marche avant, arrière avec décomposition du pas, puis dans les couloirs du centre et en extérieur avec deux cannes anglaises. La déambulation devenant plus correcte nous passons à une canne anglaise puis sans aide technique (la canne servant plus au patient de soulagement quant à l'appui calcanéum douloureux), essayant au fil des séances d'augmenter la distance parcourue.

A chaque fin de séance, nous nous rendons dans les escaliers, au préalable nous avons travaillé dans la salle de kiné sur un escalier de 5 marches. Nous avons commencé avec l'aide de la rampe, à droite, et d'une canne anglaise, C. N. monte et descend sans alternance de pied. Au fur et à mesure de notre prise en charge, nous notons un sevrage de la canne à gauche et une alternance pied droit, pied gauche lors de la montée, quant à la descente le patient ne se sent pas assez confiant!

Parcours d'obstacles :

2 exemples de parcours de marche réalisés par le patient en fin de stage. C. N. doit se déplacer sur un tapis mousse, attraper les balles posées sur les plots en pliant les genoux et en gardant le dos droit, et enjamber les obstacles (fig. 10, annexe VII). Dans un autre exercice, nous lui proposons un appui différent à chaque pas, une mousse, un triangle étroit ou large, un obstacle, pour terminer par le maintien de l'équilibre dans un plan antéropostérieur (fig. 11, annexe VII). Ces situations mettent le patient en difficultés, nous avons "une perturbation de l'information podale et proprioceptive" (5),

situations que C .N. devra assumer lors de la montée/descente de trottoir, ou lors de la marche en terrain irrégulier.

3.5. Balnéothérapie

3.5.1. Les propriétés (14, 15)

La kinébalnéothérapie tient une part non négligeable dans la rééducation. Par sa température 35-36° Celsius, elle offre une détente de la musculature globale, la pression hydrostatique et la poussée d'Archimède permettent de limiter le pourcentage d'appui (plus ou moins en fonction du degré d'immersion), de renforcer les muscles et de travailler l'équilibre (statique et dynamique). Le travail effectué dans l'eau est donc facilité et limite la douleur, nous cherchons ainsi à obtenir une amélioration des capacités d'anticipation de la contraction musculaire.

3.5.2. Exercices proposés

La balnéothérapie a débuté tardivement dans notre prise en charge car notre patient ne sait pas nager et ne comprenait pas l'intérêt de la rééducation en milieu aquatique. Après l'avoir rassuré et expliqué les bienfaits de cette méthode, nous l'avons convaincu d'essayer. Il y a eu également une interruption de 10 jours suite à une plaie à la jambe, nous avons donc eu peu de séances. Chacune dure environ 30 minutes.

Nous avons commencé au bord de la piscine, nous lui demandons de tenir l'équilibre en bipodal, par mesure de sécurité nous restons à côté de lui. Ensuite, nous sollicitons sa musculature du membre inférieur par des exercices sur la pointe des pieds, puis sur les talons, la seconde étant légèrement douloureuse. L'équilibre statique étant maintenu, nous allons débuter la marche à l'aide d'une planche maintenue par le patient pour se stabiliser. Marche avant avec flexion exagérée des hanches, marche arrière, marche latérale (pas chassés). Lorsque le patient maitrise cette situation, nous retirons la planche et nous refaisons les mêmes exercices.

Equilibre unipodal possible en piscine, eau à hauteur du sternum, il "porte" 30% du poids du corps. Nous décidons de placer une planche sous un de ses pieds (15), l'autre étant au sol. Le sujet doit la maintenir, le genou est légèrement fléchi au début puis on augmente la flexion pour permettre une progression, c'est un exercice difficile car le patient doit garder l'équilibre qui subit des déstabilisations causées par la planche qui tend à remonter à la surface. On le fait en bilatéral.

4. BILAN DE FIN DE STAGE ET DISCUSSION

Nous ne prenons en compte que les points significatifs.

4.1. Bilan de la douleur

Les douleurs type compression, décharges électriques, fourmillements sont toujours présentes mais l'intensité est plus faible surtout en ce qui concerne les paresthésies des extrémités.

E.V.A. au repos : 2/10, E.V.A. à la marche : 4/10, E.V.A. à l'activité 7/10.

4.2. Bilan articulaire (tab. VI, annexe II)

Le déficit d'amplitude articulaire persiste au niveau des chevilles.

4.3. Bilan de force musculaire

4.3.1. Membres supérieurs et inférieurs (8) (tab. IV et V, annexe III)

Comme nous l'avions remarqué lors du bilan initial, le membre inférieur gauche est le plus faible, cependant les muscles sont cotés à 4 exceptés les stabilisateurs de cheville cotés à 2. A droite, le triceps sural est coté à 2+, le tibial antérieur, le tibial postérieur et les fibulaires à 3, les muscles agissant sur les orteils sont à 5. A droite comme à gauche les muscles qui participent à la stabilisation de la cheville restent déficients.

4.3.2. Tronc (7)

- <u>Les abdominaux</u>: Monsieur N. a réalisé un temps de 54 secondes au test de Shirado contre 28 secondes début septembre. Pour celui du caisson abdominal, nous notons une dissociation des ceintures nettement moins marquée qu'au début de la prise en charge.
- <u>Les spinaux</u>: Au test de Sorensen, notre patient tient 36 secondes la position alors que lors du bilan initial il tenait 23 secondes.

4.4. Bilan de la sensibilité

Au niveau des articulations des M.I. (hanche, genou, cheville, hallux), notre patient perçoit plus précisément la position d'un membre dans l'espace (Annexe IV).

4.5. Bilan psychologique

Se voyant progresser C. N. a repris confiance en lui, il est motivé et très coopérant lors des séances cependant, sa sortie étant prévue pour bientôt, il montre une certaine appréhension face à son départ car il a peur de ne plus progresser en dehors du centre, il manifeste aussi une certaine réticence à devoir récréer une relation de confiance avec un autre soignant.

C. N. envisage toujours un déménagement dans un appartement au rez-de-chaussée ou dans un immeuble avec ascenseur car les 5 étages sont encore un obstacle pour lui.

4.6. Bilan de l'équilibre et de la marche

- E.P.A. à 4 : équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, lors d'une poussée déséquilibrante et lors des mouvements de la tête du tronc et des membres supérieurs.
- Les L.D.S. debout montrent une surface plus importante que lors du bilan initial, C. N. explore mieux les différentes directions proposées par le logiciel BIORescue, les mouvements vers l'arrière restent cependant très faibles (fig. 12).

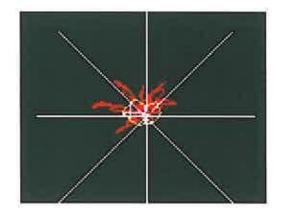


Figure 12: L.D.S. debout au 23/10/2009

Pour ce qui est de la marche, nous sommes passés à une canne anglaise la journée au centre, elle est réalisable, sans aide technique, sur un périmètre d'environ 250 mètres en extérieur ce qui est 5 fois plus important qu'au début de notre prise en charge. Elle est stoppée plus par les douleurs plantaires que par la fatigue. Le déroulement du pas reste encore insatisfaisant du fait de la faible mobilité du pied.

4.7. Bilan diagnostic kinésithérapique

- Déficiences : douleurs face plantaire des pieds, paresthésies moindres dans les extrémités, mobilité des articulations des pieds, déficit de force musculaire (principalement muscles du tronc : abdominaux, spinaux et les stabilisateurs de cheville), rétractions musculaires, déficit de la sensibilité superficielle au niveau des extrémités et de la sensibilité profonde, déroulement du pas à la marche.
- Incapacités : à la locomotion (course, marche rapide), au maintien de l'équilibre et aussi concernant la résistance physique
- Désavantages : social, C. N. reste toujours chez lui lorsqu'il n'a pas de séance de kinésithérapie.

4.8. Discussion

Au cours de notre prise en charge, les fractures des calcanéus ont interférer le travail de l'équilibre (statique et dynamique) causé par le déficit d'amplitude articulaire de la talo-crurale et des articulations du pied, ainsi que par les douleurs qu'elles occasionnent. L'instabilité est justifiée par la convexité de la face plantaire du calcanéus due à l'enfoncement de l'astragale dans celui-ci. La tubérosité postérieure du calcanéus, insertion terminale du tendon d'Achille, est tirée vers le haut par ce dernier, la contraction du triceps est donc partiellement inefficace expliquant le déficit de propulsion à la marche (11).

"Le pied apparaît être bien plus que l'un des chaînons de la chaîne posturale. Son rôle particulier vient du fait qu'étant en contact avec le sol, il exerce un double rôle : celui d'effecteur et celui de capteur" (Bouisset). Il permet de nous rééquilibrer grâce à plusieurs informations dont : "la sensibilité musculaire, les sensations locales de pressions au niveau de la peau de la plante du pied et les informations visuelles. Les performances du sens de la vue pour la reconnaissance de la perte de l'équilibre sont bien moindres que celles provenant des sensations musculaires et des pressions de la peau de la plante du pied." De plus, des restrictions de mobilité de la tibio-tarsienne modifient les réflexes posturaux (5). Chez C. N., nous sommes en présence d'une limitation d'amplitude articulaire de la cheville, d'un déficit de sensibilité profonde de celle-ci et d'une diminution de sensibilité superficielle au niveau de la sole plantaire, nous comprenons donc bien pourquoi, chez ce patient, le maintien postural est perturbé.

Nous avons dû prendre en compte la fatigue de Monsieur N., dans la littérature (4, 21), nous avons constaté qu'elle est très fréquemment rencontrée dans ce type de pathologie. On retrouve donc des personnes sédentaires et déconditionnées à l'effort ce qui explique que l'intensité et la durée d'une activité physique pour ces patients soient limitées ainsi que leur réserve énergétique dédiée à l'effort. Les journées au centre éreintent C. N. (kinésithérapie, ergothérapie, sport), ce qui justifie qu'il n'a de séances qu'un jour sur deux, de plus la balnéothérapie est venue s'ajouter aux autres techniques, nous avons donc dû diminuer l'intensité du travail par la suite.

"Le contrôle postural de l'homme est tellement automatique qu'il n'en a pas conscience et que, par conséquent, il n'a développé aucun langage courant à ce sujet ; si bien que le jour où ce contrôle est déficient du fait d'une affection quelconque, le rééducateur rencontre d'énormes difficultés de

communication avec son malade non seulement pour lui faire faire ce qu'il veut mais même pour lui faire comprendre ce qu'il voudrait qu'il fasse" (5). C'est pour cela que l'utilisation du biofeedback est très efficace dans ce type de rééducation, en effet c'est par un personnage qui se déplace ou une colonne d'eau qui se remplit et se vide par exemple, que le patient peut se rééquilibrer, on parle de boucle de rétro-information, il voit sur l'écran qu'il dévie ou que le liquide n'est pas à la bonne hauteur, et va donc corriger sa position. La plateforme BIORecue a été un plus dans notre rééducation, elle nous a permis de travailler de façon ludique avec un biofeedback visuel. C. N étant adepte des jeux vidéo, il était très enthousiaste à cette technique et voulait progresser constamment dans le "jeu"; il se donnait donc les moyens d'y parvenir ce qui a entraîné l'amélioration de son contrôle postural.

La balnéothérapie a rendu possible un travail sans douleur pour C. N., dans une eau chaude qui permet le relâchement de sa musculature, en effet, nous avons constaté qu'il était capable de maintenir l'équilibre unipodal, à l'aide d'un soutien, sans phénomène algique ceci est dû à l'allègement du poids supporté par les différentes forces qui s'exercent en milieu aquatique. Cependant cette méthode n'a pas été assez exploitée car elle a débuté tardivement et le patient était réticent à ce genre de rééducation.

5. CONCLUSION

Le S.G.B. est une pathologie neurologique périphérique d'apparition brutale et de récupération lente allant jusqu'à 2 ans (21). La prise en charge pluridisciplinaire est nécessaire pour une rééducation la plus optimale possible; C. N. a bénéficié de séances d'ergothérapie, de sport et de balnéothérapie en plus de celles de kinésithérapie:

- en ergothérapie : la rééducation est basée sur la sensibilité discriminative au niveau des mains, les prises fines et la dextérité.
- en sport : selon le protocole de l'établissement, C. N a pu améliorer sa condition physique, en renforçant ses M.I., ses M.S. de façon analytique mais aussi globalement sur vélo ou sur ergomètre à bras. Nous avons constaté une meilleure résistance à l'effort.
- en kinésithérapie : où la rééducation fût axée principalement sur la recherche du maintien de l'équilibre et l'amélioration du schéma de marche ; la complémentarité des afférences (visuelles,

vestibulaires et somesthésiques) permet d'obtenir une restauration posturale (20). "Il va de soit que notre action ne permet pas d'accélérer la fabrication de myéline. En revanche, l'exploration régulière des possibilités neuromotrices permet d'intégrer toute récupération à des activités plus fonctionnelles" (21).

A la fin du traitement nous constatons :

- Qu'il subsiste une importante limitation d'amplitude des articulations des pieds due à ses séquelles de fractures.
- Une amélioration de la force musculaire des M.I. sachant que l'écart (entre droite et gauche) qui existait au départ reste proportionnellement le même avec une prédominance pour le côté droit (côté dominant).
- Une progression dans le maintien de l'équilibre statique, en effet, l'amplitude des oscillations que nous pouvions constater, lors de la station bipodale les yeux ouverts, est nettement diminuée. Il se tient droit et son regard est à l'horizontal. Les L.D.S. balayent une surface plus élargie.
- Un gain concernant la résistance à l'effort pendant la marche, un retard d'apparition des douleurs calcanéennes augmentant ainsi le périmètre et la qualité de la marche.
- C. N. a, lui aussi, remarqué l'évolution de son état depuis le début de notre prise en charge, il se sent moins fatigué et se rend compte que ses capacités ont augmenté, la déambulation ne se fait plus qu'avec une canne anglaise au centre et les distances parcourues sont plus longues. Au vue de sa récupération, plutôt satisfaisante, le médecin a donc décidé de sa sortie 2 semaines après la fin de notre stage avec une ordonnance pour des séances de kinésithérapie en libéral, ce que C. N. redoute, craignant de ne plus progresser dans un autre milieu. Les séances s'effectuaient dans un environnement convivial qui le rassurait et il se demande s'il pourra, de nouveau, accorder sa confiance. La rééducation doit se poursuivre afin de développer son autonomie.

Compte-tenu de ses antécédents, nous pouvons nous poser des questions quant au devenir de C. N., en effet 15 à 20% des patients gardent des séquelles mineures et 5 à 10% des séquelles majeures au-delà de la première année des suites d'un S.G.B. (12, 13, 14, 16).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BORDE Ch., SICRE CI., MIMRAN S., TEILLARD-MIGNONAT S. Statokinésimétrie et retroinformation (biofeedback). Posturographie en pratique rééducative – Les troubles de l'équilibre – Paris : Frison-Roche 1992 – p. 150-158.
- 2) CAMBIER J., MASSON M., DEHEN H., MASSON C. Neurologie 12^{ème} édition Paris : Masson, 2008. 540 p.
- 3) DUBAA. J, VAUTRAVERS P. La méthode de Kabat appliquée au membre inférieur VAUTRAVERS P., BONNEAU D., HERISSON C. Membre inférieur et thérapies manuelles Montpellier : Sauramps médical, 2009 p. 141-150.
- 4) FEASSON L., CAMDESSANCHE J.-P., El MANDHI L., CALMELS P., MILLET G-Y. Fatigue et affections neuromusculaires Annales de réadaptation et de médecine physique 49 Elsevier, 2006. p. 289-300.
- **5) GAGEY P.-M, WEBER B.** POSTUROLOGIE Régulation et dérèglement de la station debout-Paris : Masson 2004 – 201p.
- 6) GOUGEON F. BIORESCUE Un système d'analyse et de rééducation posturo-séquentielle Kiné actualité, 2007, 1066, p.25.
- 7) GOUILLY P., PETITDANT B. Comprendre la kinésithérapie en rhumatologie Paris : Masson, 2006. 318 p.
- 8) HISLOP H., MONTGOMERY J. Le bilan musculaire de Daniels & Worthingham : techniques de testing manuel. 7^{ème} édition Paris : Masson, 2006. 470 p.
- 9) HUGON J., POIRIER J. Histologie du nerf périphérique BOGOUSSLAVSKY J., LEGER J.-M;
 MAS J.-L. Neuropathies périphériques, polyneuropathie et mononeuropathie multiples Doin, 2003.
 p. 69-78. Vol. 1.

- 10) LAMY J.C Bases neurophysiologiques de la proprioception KS, 2006, 472, p. 15-23.
- 11) LELIEVRE J., LELIEVRE J.F. Lésion traumatique du tarse postérieur Les fractures du calacanéus Evolution et complications Paris : Masson, 1981. p. 348-349.
- **12) PELISSIER J.** Y-a-t-il des séquelles au décours d'un syndrome de Guillain-Barré ? SIMON L., PELISSIER J., HERISSON Ch. Progrès en médecine physique et de réadaptation 3^{ème} série Paris : Masson, 1999. P.151-154.
- 13) SAID G.- Le syndrome de Guillain-Barré neurologie.com, 2009, n°1, vol. 1. 4p.
- 14) SALLE J.-Y., LEBRETON F., DAVIET J.-C., BOISVIN M., MUNOZ M., REBEYROTTE I., DUDOGNON P. Syndrome de Guillain-Barré : techniques de rééducation en phase initiale et phase de récupération SIMON L., PELISSIER J., HERISSON Ch. Progrès en médecine physique et de réadaptation 3^{ème} série Paris : Masson, 1999. p.145-151.
- 15) SULTANA R. La rééducation de l'équilibre et de la coordination en kinébalnéothérapie Annales kinésithérapie 1981 tome 8 p341-352.
- **16) T. LALU et D. ADAMS.** Syndrome de Guillain-Barré. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), Encyclopédie de pratique de Médecine, 5-0930, 1998, 4p.
- 17) THOUMIE P. Posture, équilibre et chutes, Bases théoriques de la prise en charge en rééducation Encycl. Med. Chir. Kinésither. Paris : Elsevier, 1999 12p.
- 18) THOUMIE P., MISSAOUI B., HANTKIE O., LOBET X., DELORME D., STEPHAN P. Rééducation de l'équilibre et de la marche et neuropathies ataxiantes- Actualité en rééducation des maladies neuromusculaires de l'adulte- Paris : Springer, 2008. p139-149.
- 19) VAILLANT J. Actualité en ostéo-articulaire KA, 2006, 469, p57-58.
- **20) WILLEM.** G Etude neuro-psycho-physiologique du système postural Manuel de posturologie (Approche clinique et traitements des pathologies rachidiennes et céphaliques) Paris : Frison Roche : 2001- 243p.

21) ZERBIB O. - Le syndrome de Guillain-Barré - 1ère partie - KS, 2002, 426, p. 17-27.

Autres:

- www.afssaps.fr (Le syndrome de Guillain-Barré, octobre 2009)
- BONTOUX-PINATON L.-M., CORNU J.-Y Le renforcement musculaire existe avec un travail en posturographie séquentielle (à propos de 5 cas neurologiques : constatations et hypothèses).
- http://www.laserinfos.fr/biorescue.html

ANNEXES

ANNEXE

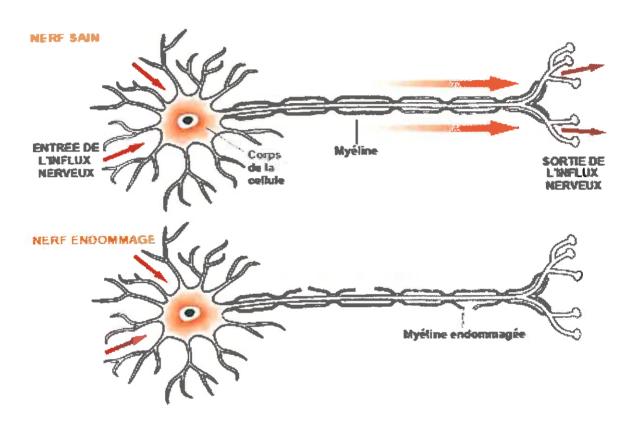


Figure 1 : L'altération de la myéline et le message nerveux.

Source: http://www.handicapinfos.com

Tableau I : Classification des informations sensorielles, de leurs paramètres de stimulation et de leurs rôles majeurs.

Modalité sensorielle	Structure sensorielle	Récepteur	Stimulus	Paramètres codés
Vision	Rétine	Cônes Bâtonnets	Vibration électromagnétique	Longueur d'onde Luminance Contrastes spatiaux Déplacements dans le champ visuel
Vestibulaire	Canaux semi-circulaires Utricule Saccule	Épithélium cilié ampullaire Épithélium maculaire	Rotations angulaires Positions, orientations, accélérations linéaires	Accélération de la tête aux basses fréquences (< 0,1 Hz) Vitesse aux hautes fréquences (> 0,1 Hz) Inclinaison statique, vitesse et accélérations linéaires de la tête (dont la gravité)
Musculaire	Corps des muscles Tendons	Fuseaux neuromusculaires Terminoisons primaires et secondaires Récepteurs tendineux de Golgi	Allongement longueur Contraction musculaire	Direction et vitesse du mouvement Positions articulaires Forces musculaires
Articulaire	Capsule articulaire Ligaments	Récepteurs de Ruffini Récepteurs de Golgi et paciniformes	Positions et mouvements Tractions articulaires	Position et mouvements articulaires
Tact (superficiel et profond)	Peau pileuse Peau glabre	Follicules pileux Disques tactiles Corpuscules de Pacini Disques de Merkel et corpuscules de Meissner, Pacini	Mouvements des poils Indentation de la peau Indentations cutanées et vibrations	Tact discriminatif : intensité, vitesse et accélération

Source : La marche humaine, la course et le saut.

ANNEXE II

Tableau II : Bilan articulaire des membres supérieurs :

Selon la cotation de De Brunner

	11/09/2	009				
	Complexe		Droite	Gauche		
	F/E	Actif	160/0/50	155/0/50		
		Passif	165/0/55	160/0/55		
	ABD/ADD	Actif	145/0/N	135/0/N		
	7,55,7,55	Passif	150/0/N	_140/0/N		
	<u>N</u> =	Main dans	le dos	_		
<u>Epaule</u>	RL/RM	Actif	50/0/70	45/0/70		
		Passif en position l	55/0/75	50/0/75		
	Gléno-humérale					
				·		
		Actif	90	90		
	ABD	Actif Passif	90 95	90		
	ABD					
Coude		Passif	95	90		
<u>Coude</u>	ABD F/E	Passif Actif	95 145/0/0	90		
<u>Coude</u>	ABD	Passif Actif Passif	95 145/0/0 145/0/0	90 145/0/0 150/0/0		
	ABD F/E P/S	Passif Actif Passif Actif	95 145/0/0 145/0/0 95/0/90	90 145/0/0 150/0/0 90/0/85		
<u>Coude</u> <u>Poignet</u>	ABD F/E	Passif Actif Passif Actif Passif	95 145/0/0 145/0/0 95/0/90 95/0/90	90 145/0/0 150/0/0 90/0/85 90/0/90		
	ABD F/E P/S	Passif Actif Passif Actif Passif Actif	95 145/0/0 145/0/0 95/0/90 95/0/90 55/0/50 60/0/50	90 145/0/0 150/0/0 90/0/85 90/0/90 55/0/60		
	ABD F/E P/S F/E	Passif Actif Passif Actif Passif Actif	95 145/0/0 145/0/0 95/0/90 95/0/90 55/0/50 60/0/50	90 145/0/0 150/0/0 90/0/85 90/0/90 55/0/60 60/0/65		

Tableau III : bilan articulaire initial des membres inférieurs

Selon la cotation de De Brunner

44/00/0000					
		11/09/2009			
-	1			Droite	Gauche
		Genou fléchi	Actif	95/0/5	90/0/5
	F/E		Passif	100/0/10	100/0/10
		Genou tendu	Actif_	60/0/20	70/0/10
<u>Coxo-fémorale</u>			Passif	70/0/20	75/0/15
OOXO-ICINOTUIS		ABD/ADD	Actif	45/0/25	35/0/25
			Passif	45/0/25	40/0/30
		RM/RL		20/0/35	15/0/25
				25/0/40	20/0/30
		Hanche tendue	Actif	110/0/0	110/0/0
	F/E		Passif	115/0/0	120/0/0
<u>Genou</u>		Hanche fléchie	Actif	130/0/0	130/0/0
35,103			Passif	135/0/0	135/0/0
		RM/RL		10/0/20	0/0/20
				10/0/25	10/0/25
		Genou tendu	Actif	0/0/25	5/0/30
<u>Cheville</u>	FD/FP		Passif	0/0/30	5/0/30
Olleville	. 5/11	Genou fléchi	Actif	0/0/25	5/0/30
			Passif	15/0/30	5/0/35
Inversion/Eversi	on		Quasi n	ulle	

Tableau VI : bilan articulaire final des membres inférieurs

Selon la cotation de De Brunner

		21/10/2009			
_				Droite	Gauche
		Genou fléchi	Actif	95/0/5	95/0/5
	F/E		Passif	110/0/10	100/0/10
		Genou tendu	Actif	65/0/20	70/0/10
Coxo-fémorale			Passif	75/0/20	75/0/15
		ABD/ADD	Actif	45/0/25	40/0/25
	<u> </u>		Passif	50/0/30	45/0/30
		RM/RL		25/0/35	25/0/25
			Passif	30/0/40	30/0/30
	F/E	Hanche tendue Hanche fléchie	Actif	120/0/0	120/0/0
			Passif	125/0/0	125/0/0
Genou			Actif	145/0/0	140/0/0
			Passif	150/0/0	145/0/0
	RM/RL		Actif	10/0/25	10/0/20
		T	Passif	10/0/30	15/0/25
		Genou tendu	Actif	0/0/35	5/0/35
<u>Cheville</u>	FD/FP		Passif	5/0/40	10/0/40
0.1371110		Genou fléchi	Actif	5/0/25	5/0/30
		23/103/1100/11	Passif	15/0/30	10/0/35
Inversion/Eversion	<u>on</u>		Quasi n	ılle	

ANNEXE III

Evaluation manuelle de la force musculaire

Calaa	۱.	talian	4-	Daniele	-1	Morthingham
Seion	ıa	cotation	ae	Daniels	et	Worthingham.

Cotation 0 : pas de contraction

Cotation 1 : contraction visible et/ou palpable

Cotation 2 : mouvement réalisé sans pesanteur dans toute l'amplitude existante

Cotation 3 : mouvement réalisé contre pesanteur dans toute l'amplitude existante

Cotation 4 : mouvement réalisé dans toute l'amplitude existante contre une résistance

Cotation 5 : mouvement réalisé dans toute l'amplitude existante contre une résistance comparable au côté sain

Tableau IV : évaluation manuelle de la force musculaire des membres supérieurs, bilan initial et final

Gau	iche		Dro	pite
14/09/2009	23/10/2009		14/09/2009	23/10/2009
5	5	Trapèze supérieur	5	5
5	5	Trapèze moyen	5	5
3	4	Trapèze inférieur	3	4
4	5	Flexion Epaule (Coraco-Brachial et Deltoïde antérieur)	4	5
4	4	Extension Epaule (Grands Rond, dorsal et Deltoïde postérieur)	4	4
5	5	Abduction (Deltoïde moyen, Supra-Epineux)	4	5
5	5	Rotation latérale (Infra-Epineux, Petit Rond)	4	5
4	5	Rotation médiale (Grands Rond, Dorsal et Pectoral + Subscapulaire)	3	5
5	5	Flexion Coude (Biceps Brachial, Brachio-Radial, Brachial)	5	5
5	5	Extension Coude (Triceps Brachial)	4	4
4	5	Pronateurs	4	4
4	5	Supinateurs	4	4
5	5	Flexion Poignet (FRC + FUC)	4	5
5	5	Extension Poignet (LERC, CERC, EUC)	5	5

Tableau V : évaluation manuelle de la force musculaire des membres inférieurs, bilan initial et final

Gau	ıche		Dro	ite
14/09/2009_	23/10/2009		14/09/2009	23/10/2009
4	4	Flexion Hanche (Psoas iliaque)	5 _	5
3	4	Extension Hanche (Grand Fessier)	3	4
3	4	Abduction (Moyen Fessier)	4	5
3	4	Adduction (Adducteurs)	3	4
3	4	Rotation latérale Hanche (Pelvi-trochantériens)	4	4
3	4	Rotation médiale Hanche (Petit Fessier)	4	4
4	4	Flexion Genou (Ischio-jambiers)	5	5
4	4	Extension Genou (Quadriceps)	4	5
2	2+	Flexion Plantaire (Triceps Sural)	2	2+
2	2	Tibial Antérieur	2	3
2	2	Tibial Postérieur	2	3
1	2	Fibulaires	1	3
2	2	Fléchisseur Hallux	5	5
2	2	Extenseur Hallux	4	5
4	4	Flexion Orteils 5		5
4	4	Extension Orteils	4	5

ANNEXE IV

Exploration des sensations kinesthésiques (position articulaire)

L'objectif est de tester simultanément l'appréciation du mouvement, sa direction et son amplitude. Les yeux du patient sont recouverts d'un bandeau.

Directives pour le patient : avec (le bras) (la jambe) du côté opposé, placez-vous dans la même position, autrement dit " en miroir". Faites ceci sans l'aide de la vue.

Notation.

- 0 = absence de réaction Le patient ne sait pas qu'il y a eu mouvement.
- 1 = capacité à ressentir le mouvement articulaire Le patient indique qu'il y a mouvement, mais il dirige le membre sain dans une fausse direction.
- 2 = sens de la direction du mouvement Le patient est capable de placer son membre sain en miroir, mais il persiste un écart important en position d'arrivée.
- 3 = sens de la position. Reproduction en miroir précise dans les limites d'une variation de
 10 degrés goniométriques par rapport à l'autre membre.

Au 15/09/2009

Membre supérieur (position assise), à droite comme à gauche :

	Flexion	Extension	Adduction	Abduction
Métacarpo-phalangienne	3	3	3	3
Poignet	3	3	3	3

(si la main et le poignet reçoivent un score 3, donner 3 au coude et à l'épaule)

	Flexion	Extension	Add horizontale	Abd horizontale
Coude	3	3	3	3
Epaule	3	3	3	3

Membre inférieur (couché sur le dos), à droite comme à gauche :

	Flexion	Extension	Add (inversion)	Abd (éversion)
Hallux	3	3	2	2
Cheville	2	1	1	1

(si le premier orteil et la cheville reçoivent un score de 3, donner 3 au genou et à la hanche)

	Flexion	Extension	Rotation interne	Rotation externe
Genou	2	2	2	2
Hanche	3	3	3	3

Wade DT. Measurement in neurological rehabilitation (Chpt 2)

Oxford University Press 1992

BDD bilans AFREK - www.afrek.com

Au 21/10/2009

Membre supérieur (position assise), à droite comme à gauche :

	Flexion	Extension	Adduction	Abduction
Métacarpo-phalangienne	3	3	3	3
Poignet	3	3	3	3

(si la main et le poignet reçoivent un score 3, donner 3 au coude et à l'épaule)

	Flexion	Extension	Add horizontale	Abd horizontale
Coude	3	3	3	3
Epaule	3	3	3	3

Membre inférieur (couché sur le dos), à droite comme à gauche :

	Flexion	Extension	Add (inversion)	Abd (éversion)
Hallux	3	3	2	2
Cheville	2	2	2	2

(si le premier orteil et la cheville reçoivent un score de 3, donner 3 au genou et à la hanche)

	Flexion	Extension	Rotation interne	Rotation externe
Genou	3	3	2	2
Hanche	3	3	3	3

Wade DT. Measurement in neurological rehabilitation (Chpt 2)

Oxford University Press 1992

BDD bilans AFREK - www.afrek.com

ANNEXE V

E.P.A. (Équilibre postural assis)

- 0 : aucun équilibre en position assise (effondrement du tronc). Nécessité d'un appui postérieur et d'un soutien latéral.
- 1: position assise possible avec appui postérieur.
- 2 : équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, mais déséquilibre lors d'une poussée quelle qu'en soit la direction.
- 3 : équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, et lors d'une poussée déséquilibrante quelle qu'en soit la direction.
- 4 : équilibre postural assis maintenu sans appui postérieur, lors d'une poussée déséquilibrante et lors des mouvements de la tête du tronc et des membres supérieurs.

Brun V, Dhoms G, Henrion G. L'équilibre postural de l'hémiplégique : proposition d'indices d'évaluation. Actual Rééduc Réadaptat 1991 ; 16 : 412-7.

ANNEXE VI

Réalisation de la talonnette :

Plusieurs étapes :

- Découpe du matériau
- Pose de la colle et séchage
- Lissage de la semelle de la chaussure
- Fixation à la chaussure
- Ponçage de la talonnette
- Lissage de la talonnette (fig. 6)



Figure 6 : lissage de la talonnette.



Figure 7 : chaussure après fixation de la talonnette.

ANNEXE VII

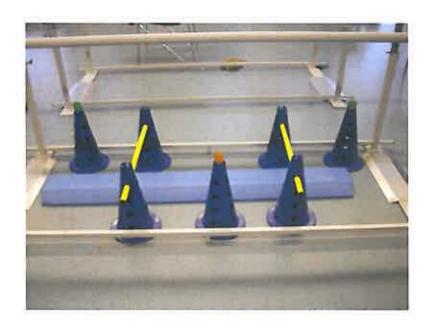


Figure 10 : parcours d'obstacles sur tapis mousse



Figure 11 : parcours de marche sur "sol" irrégulier