



*Traduction de l'article original (les légendes des illustrations faciles à comprendre ne sont pas traduites)*

# Etude de la Redistribution de l'Appui Plantaire à travers la BAROPODOMETRIE, en utilisant l'Equilibration Neuromusculaire.

**FIGUEIREDO, Jane A. C.**

---

## RESUME :

Ce travail est basé sur des données obtenues avec la barométrie électronique, après analyse des appuis plantaires pré et post application du traitement de l'équilibrateur neuromusculaire. Dans cette étude, quinze individus furent soumis, en position orthostatique, avec des impulsions mécaniques générées par l'équilibrateur neuromusculaire sur des points spécifiques du corps. On a évalué la distribution plantaire, à la pression maximale de l'appui, à la pression moyenne de l'appui, à la force de l'appui en tenant compte des modifications du pic de pression dans les quadrants. Dans la distribution plantaire, les valeurs de pression moyenne de l'appui rencontrées furent significatives statistiquement ( $P < 0,05$ ). Dans la force de l'appui les valeurs non atteintes ( $P > 0,05$ ) ne sont pas significatives statistiquement.

Il y a eu souvent, des modifications du pic de pression dans les quadrants pour 53,33% des individus évalués.

Cette étude a montré que la technique de stimulation avec l'équilibrateur neuro-musculaire appliqué en position orthostatique, pour ce groupe, fut significative statistiquement, démontrant à l'occurrence des redistributions des appuis plantaires.

**Mots-clés :** Equilibration Neuromusculaire, Baropodométrie, Appui plantaire.

---

## INTRODUCTION

La posture est l'orientation des divers segments du corps en relation, les uns avec les autres et en relation avec la force de gravité en position statique et dynamique<sup>5</sup>. Le contrôle postural pour la stabilité et l'orientation demande l'intégration de l'information sensorielle sur la position du corps dans l'espace et la capacité de gérer la force que contrôle cette position<sup>5,7</sup>.

La philosophie classique, affirme que l'aplomb des membres inférieurs, a comme principales responsables, le réflexe tibio-tarsien et les réflexes podaux étant, ces réflexes myostatique qui, détectés par les propriocepteurs musculaires, informent le changement de la longueur ou de la tension des muscles de la cheville, les menant à se contracter.

Suivi par les muscles de la cuisse, et, postérieurement les muscles du tronc, ce qui est décrit par Lewis Nashner comme étant la stratégie de la cheville. Dans les cas où il n'y a pas de réponse adéquate le corps se servira de la stratégie de la hanche, ou de la stratégie du pas pour s'équilibrer. Il y a pourtant un contrôle ascendant de la posture<sup>7,8</sup>.

Raymond SOHIER, cependant considère le réflexe tibio-tarsien comme un réflexe d'adaptation, mais pour lui le réflexe postural lombo-sacro-cocxo-fémoral détermine le degré de rotation des articulations, tout comme le positionnement du pelvis en rotation pour les déplacements sagittaux, occasionnés par le centre de gravité, antérieur ou postérieur, de l'individu, décident en



conséquence, du positionnement de l'articulation tibio-tarsienne<sup>12,13</sup>.

Françoise MEZIERE affirmait que l'arc plantaire est supporté par la pression plantaire ascendante qui reçoit en ses points d'appui comme une réponse aux

forces venues du fémur, ainsi étant, la force de gravité n'écrase pas l'arc plantaire, mais l'élève. La rotation interne du fémur fait que le pied n'a pas un bon axe d'appui, et comme conséquence fait apparaître des complications posturales,<sup>3</sup>.

### Etude de la redistribution de l'appui plantaire à travers la baropodométrie utilisant l'équilibreur neuromusculaire.

Godelieve DENYS-STRUYF considère que le contrôle postural peut être ascendant ou descendant, dépendant de la musculature qui prédomine dans l'individu,<sup>4</sup>.

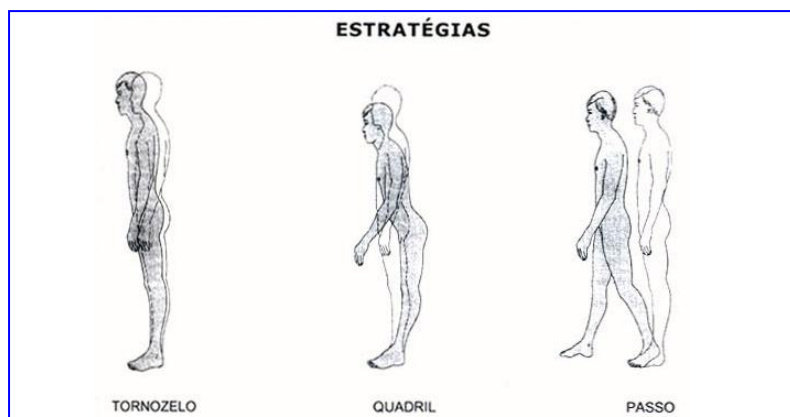
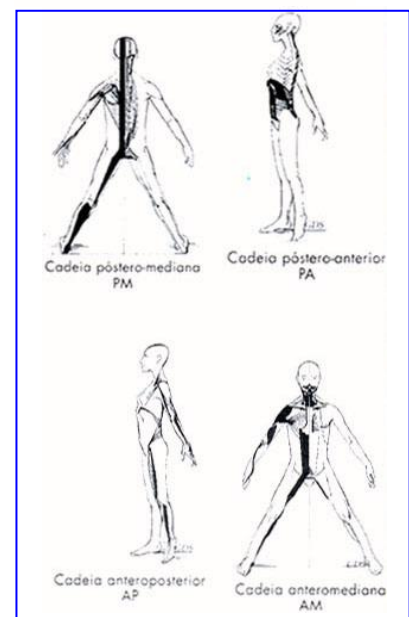
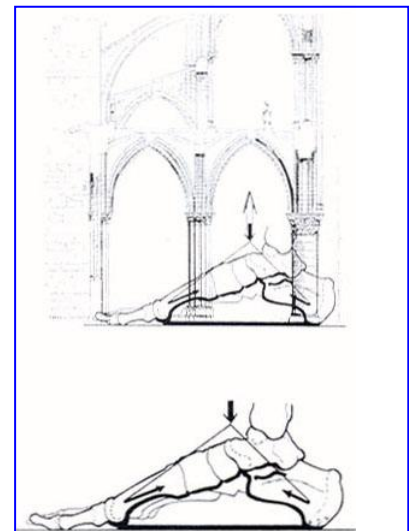
**La méthode créée par François SOULIER, en 1993 « l'équilibration neuromusculaire »** issue à l'origine de l'école de LOGAN aux USA, utilise un appareil mécanique, l'équilibration neuromusculaire, produisant un stimuli vibratoire, libérant les blocages articulaires et musculaires rencontrés, permettant au corps de s'équilibrer à travers le système postural fin. Cette stimulation vibratoire est appliquée de façon ascendante en accord avec les déséquilibres rencontrés selon le protocole déterminé par l'auteur,<sup>14,15</sup>.

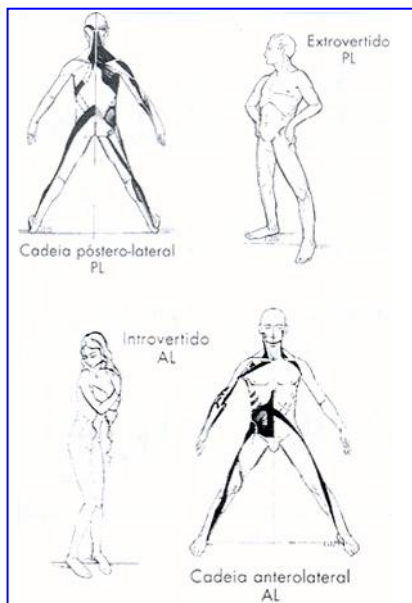
Indépendamment des différentes théories sur le contrôle postural, la distribution de l'appui plantaire est fondamentale car seule une bonne base de sustentation est apte à corriger les déséquilibres posturaux,<sup>1,2,6</sup>.

La baropodométrie est une méthode d'évaluation de la distribution de l'appui plantaire, par l'utilisation d'une plate-forme électronique de l'appui, composée par des capteurs dont les informations sont analysées par un programme de calculateurs ayant la possibilité d'exploiter les variantes ou changements des points d'appui, visant à comparer et à mesurer la distribution des forces aux pieds, en position debout, statique ou à la marche,<sup>6,9,10,11</sup>.

Ayant suivi toute la formation de la méthode de l'équilibration neuromusculaire de **F SOULIER**, j'ai voulu tester comment la stimulation vibratoire, appliqué sur des points osseux et musculaires qui sont en désalignement posturaux, pouvaient changer l'appui plantaire de l'individu.

Utilisant l'analyse baropodométrique, il fut possible d'évaluer l'interférence des stimulations faites avec l'équilibreur neuromusculaire, aux points de correction ostéomusculaire.





## OBJECTIF

Ce travail eut comme objectif d'analyser les images de pression plantaire pré et post-traitement par stimulation mécano vibratoire produite par l'équilibreur neuromusculaire, ce qui favorisait la correction des changements posturaux, sur :

1. les superficies d'appui
2. la pression maximale de l'appui.
3. la pression moyenne de l'appui.
4. la force de l'appui.
5. les modifications de la distribution du pic de pression dans les quadrants du polygone de sustentation.

## MATERIELS ET METHODES

Un groupe d'essais fut composé de 15 individus, 4 du sexe masculin, et 11 du sexe féminin, dans la tranche d'âge entre 23 et 49 ans. Le critère de l'inclusion fut basé sur le fait que les individus ne présentaient pas de douleurs du pied, pas de vraies différences de longueurs des membres inférieurs, ou d'altération du bassin à la plante des pieds qui aurait pu modifier la forme d'appui. Les tests d'appui plantaire furent réalisés au siège du CARCI-IND. ECOM., d'appareils chirurgicaux et orthopédiques LTDA, de São Paulo. La plate-forme de Baropodométrie utilisée fut le model ECLIPS 3000

de Guy CAPRON, avec 6400 points de définition, et le Software respectif fut le PODOSAT, version 1.0.36.



L'Équilibreur Neuromusculaire utilisé a été créé par **François SOULIER**. Il produit une pression idéale d'un 1/2 kilos, qui traverse le tissu mou et déclenche une vibration unidirectionnelle de 180gr destinée à informer le système nerveux,<sup>14,15</sup>.



Il fut procédé une évaluation globale de la posture, aux plans frontal et sagittal, d'où on observa les principaux points en déséquilibre.

Les patients furent positionnés, en position orthostatique à 2 m d'une paroi, maintenant le regard vers l'avant, bouche entr'ouverte, pieds parallèles.



Durant la durée des évaluations et des stimulations, les patients furent positionnés de telle sorte, qu'ils ne puissent voir l'écran de l'ordinateur, ni les images des appuis plantaires enregistrées.

Les points stimulés furent :

- Sur les points osseux : sur la base des métatarsiens, sous le calcaneum, sur la malléole externe, sur le côté de la tubérosité du tibia, sur les condyles du tibia, derrière la tête du péroné, au 1/3 moyen du péroné, sur les condyles du fémur, sur les grands trochanters fémoraux, sur le sacrum(S2/ S3), sur les iliaques, sur les ischios, en L5-S1, en T12-L1, sur la face dorsale de la 12<sup>ème</sup> côte, T8, T6, T4, sur la face dorsale de la 1<sup>ère</sup> côte, sur les épineuses de C7, C6, C3, base de l'occipital, mastoïdes et articulation sterno-claviculaire.
- Sur les points musculaires : du triceps sural, du poplité, à l'insertion du moyen fessier, du pyramidal et en direction du psoas iliaque dans la fosse iliaque.

Les stimulations avec l'Équilibreur Neuromusculaire furent appliquées dans le sens de la correction des modifications posturales, visualisées durant le processus. Tous les patients subirent 2 évaluations séquentielles, celles-ci étant enregistrées la 1<sup>ère</sup> fois 5 mn après le positionnement sur la plate-forme d'évaluation, et la seconde fois 5 mn après le traitement par l'ENM, celle-ci étant exécutée avec le patient sur la plate-forme.



A análise estatística foi feita através do teste t- de student pareado assumindo-se p < 0,05.



## RESULTATS

Les données obtenues en baropodométrie pré et post-stimulation avec l'Équilibrateur Neuromusculaire furent présentées en forme de graphiques et tableau.

En figure 1, on observe la distribution moyenne de l'appui plantaire, droite et gauche, pré et post-application de l'ENM.

- PIED gauche : il y a une statistique significative puisque la valeur de P, fut de 0,0001, étant de moins 0,05.
- PIED droit : il y a une statistique significative, puisque la valeur de P, fut de 0,016, étant inférieur à 0,05.

En figure 2, on observe la moyenne de la pression maximale de l'appui, droit et gauche, pré et post-application de l'ENM.

- PIED gauche : il y a une statistique significative, puisque la valeur de P fut de 0,021, étant de moins 0,05.
- PIED droit : il n'y a pas de statistique significative, puisque la valeur de P, fut de 0,189, étant supérieur à 0,05.

En figure 3, on observe la moyenne de la pression de l'appui, droit et gauche, pré et post-application de l'ENM.

- PIED gauche : il y a une statistique significative, puisque la valeur de P fut de 0,00157, étant inférieur à 0,05.
- PIED droit : il y a une statistique significative, puisque la valeur de P fut de 0,025, étant inférieur à 0,05.

En figure 4, on observe la moyenne de la force d'appui, droite et gauche, pré et post-application de l'excitation.

- PIED gauche : il n'y a pas eu de statistique significative, puisque la valeur de P fut de 1,000, étant supérieur à 0,05.
- PIED droit : il n'y a pas eu de statistique significative, puisque la valeur de P fut de 1,000, étant supérieur à 0,05.

Prenant pour base toutes les données citées, analysées par le teste T-de (STUDENT PAREADO), le niveau de confiance fut de 95%. Au tableau 1, on observe le cadrant qui présente le plus grand pic de pression de l'appui dans les analyses baropodométriques pré et post-application de l'ENM.

On observe que : pour 8 individus, soit pour 53,33% d'entre eux, il y eut un changement du quadrant d'appui.

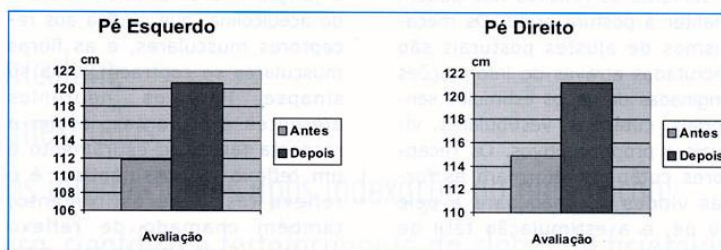


Figura 1 - Média da Distribuição do apoio plantar

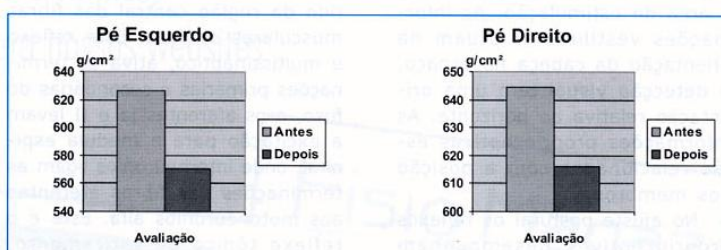


Figura 2 - Média da Pressão Máxima de Apoio

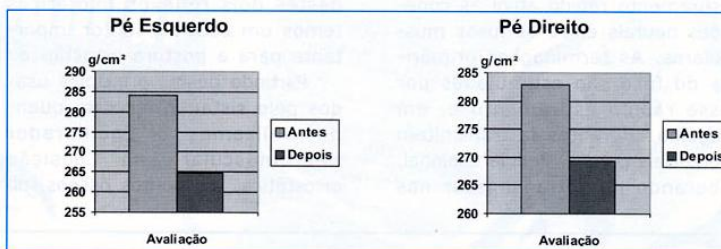


Figura 3 - Pressão Média de Apoio

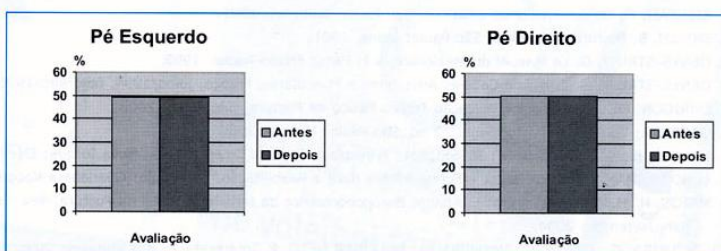


Figura 4 - Média da Força de Apoio

| Pacientes1* | 2  | 3* | 4  | 5* | 6  | 7  | 8  | 9* | 10* | 11* | 12* | 13 | 14* | 15 |    |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|
| Antes       | AE | PD | PD | PD | AD | AD | AD | PE | PD  | PE  | PD  | PE | AE  | PD | AD |
| Depois      | PD | PD | AE | PD | AE | AD | AD | PE | AD  | AE  | AD  | AD | AE  | AD | AD |

AE = quadrante anterior esquerdo      AD = quadrante anterior direito  
 PE = quadrante posterior esquerdo      PD = quadrante posterior direito  
 \* = indivíduos nos quais houve alteração no quadrante de apoio

Tabela 1 - quadrante com maior pico de pressão de apoio



## DISCUSSION

La position orthostatique est instable, et les réflexes seuls ne peuvent maintenir la position érigée. Les mécanismes des ajustements posturaux sont recrutés à travers des informations provenant de plusieurs exo-entrées sensorielles : cutanées, vestibulaires, visuelles et proprioceptifs. Les récepteurs cutanés informent les forces venues du sol vers la peau du pied, et la stimulation tactile de plusieurs zones de la peau, déclenche la contraction réflexe des muscles spécifiques, normalement ceux sous la surface de stimulation. Les informations vestibulaires agissent sur l'orientation de la tête dans l'espace. La détection visuelle a une orientation relative à l'horizontale. Les informations proprioceptives sont en relation avec la position des membres, <sup>7</sup>.

Dans l'ajustement, les réflexes proprioceptifs jouent d'importants rôles, au travers des fuseaux musculaires, puisqu'un étirement rapide active les connexions neurologiques entre les fuseaux musculaires. Les terminaisons primaires du fuseau sont stimulées par cet étirement et en suite, le réflexe afférent la transmet vers la moelle épinière, libérant les neurotransmetteurs dans les synapses avec les motoneurons alfa. Ceux-là se dépolarisent en actions puissantes, se propageant jusqu'à la jonction neuromusculaire, libérant l'acétylcholine qui se fixe sur les récepteurs musculaires, et les fibres musculaires se contractent. Une seule synapse lie les neurones afférents et efférents; ainsi la réponse fasciale à l'étirement est un réflexe (monosynaptique), c'est la réaction fasciale de l'étirement, aussi appelé réflexe myostatique. Contrastant avec celui-ci, l'autre réflexe d'étirement est provoqué par l'étirement maintenu de la région centrale des fibres musculaires du fuseau. Ce réflexe est polysynapse, il active les terminaisons primaires et secondaires du fuseau, et les afférents Ia et II, qui vont stimuler la moelle épinière neuromusculaire, ou

d'inter neurones liant les terminaisons des fibres afférentes aux motoneurons alfa. Celui-ci est le réflexe tonique de l'étirement, qui facilite la contraction du muscle, <sup>5, 7, 8</sup>.

Ceci étant, au travers de ces deux réflexes myostatique, nous avons un contrôle moteur important pour la posture orthostatique.

Partant de ces principes utilisés par le système nerveux, quand nous utilisons l'Équilibrateur Neuromusculaire en position orthostatique, sur les points osseux, à l'insertion du corps musculaire, ou même jusqu'à la peau, il est possible que des récepteurs stimulent les réflexes myostatique cités au-dessus et réalisent des ajustements fasciaux et toniques, provoquant des réactions locales comme cela fut constaté avec la redistribution de l'appui plantaire, et par là d'intervenir sur les ajustements posturaux d'une manière globale.

---

## CONCLUSION

Les résultats suggèrent que les stimulations vibratoires de l'Équilibrateur Neuromusculaire, interviennent dans la distribution de l'appui plantaire, sur la pression moyenne et sur le pic de pression des quadrants.

A partir de l'étude de ces données, on peut conclure que la stimulation provoquée par l'appareil peut être utilisée dans les thérapies posturales, puisque l'on a observé une amélioration de la distribution des appuis plantaires, condition fondamentale pour les ajustements posturaux.

Prenant pour base les résultats obtenus, on suggère pour une nouvelle recherche un nombre supérieur d'individus, une utilisation des points plus sélectifs, une évaluation plus spécifique et comparative des modifications posturales pré et post-stimulation avec l'Équilibrateur Neuromusculaire.

---