

## **Histoire de la stabilométrie**

Pierre-Marie GAGEY

Institut de Posturologie, Paris

Les découvertes et les erreurs . de nos maîtres à penser sont comme des marchepieds de notre histoire, elles nous servent à nous hisser plus haut.

Alors que les découvertes de nos maîtres sont en général abondamment commentées, leurs erreurs, par contre, sont souvent passées sous silence. Il est pourtant aussi important de connaître ces erreurs, au minimum pour ne pas les répéter, qu'il est utile de comprendre les raisons de leur succès pour les imiter.

En taisant ses évidences, Descartes a protégé sa tranquillité, mais est-ce la meilleure façon de faire avancer l'histoire?

Borelli a dessiné, ce qui lui a permis d'échapper aux pièges du discours dans lesquels s'est empêtré Charles Bell en suivant la pensée à la mode de son temps.

Claude Bernard s'est fait piégé par le rationalisme de son époque au point de tenir des propos pour le moins ambiguës sur les rapports entre le réel et la raison, dont Henri Poincaré a souligné l'erreur.

Jean-Bernard Baron à force de ne pas savoir dire a fini par penser qu'il ne fallait pas dire... Et pourtant il a trouvé des choses tellement nouvelles qu'il faut à tout prix les dire.

Ces erreurs de nos maîtres à penser ne les ont pas empêché, malgré tout, de faire avancer la connaissance, ce qui est finalement assez réconfortant !

MALADIES NEUROMUSCULAIRES

ESSAI COMPARATIF LOCOMETRIQUE ENTRE

DEUX DISPOSITIFS ORTHETIQUES DE CHEVILLE

Ph. GILLARDEAU - O. DUBOURG - D.T. NGUYEN - H. TEYSSEDE

Différentes constatations permettent de souligner l'inefficacité relative des releveurs statiques du pied communément prescrits dans les instabilités cheville/pied, les maladies neuromusculaires

d'inobservance du port, les effets contraires rencontrés, et le besoin exprimé de mobilité, voire d'activités sportives.

La fréquence du steppage et de l'instabilité d'appui associés à la morbidité des douleurs et des crampes mécaniques distales dans la maladie de Charcot Marie Tooth (CMT) rend nécessaire un dispositif de soutien et de contrôle.

Le dispositif étudié comprend une coque thermoformée avec tige articulée par une rotule sur un vérin fixé sur une embrase.

L'étude prospective compare les bilans locométriques de deux séries composées des mêmes patients appareillés successivement d'un releveur statique standard et du nouveau dispositif de façon bilatérale.

Les résultats mettent en évidence une amélioration significative de la vitesse de marche (+1,11 m/h) obtenu par gain de longueur de l'enjambée et de la cadence. La comparaison de la longueur du pas du côté appareillé ne montre pas de différence contrairement au côté non appareillé, ce qui permet d'évoquer le rôle de stabilisation à la phase d'appui sur la longueur du pas opposé. Aucune modification de l'asymétrie des pas n'est notée.

Outre le changement de l'organisation spatiale, on assiste à une amélioration significative de l'organisation temporelle avec une diminution de la durée absolue et relative de l'appui bipodal, de la durée relative du ramener du côté appareillé (surcorrection) et une augmentation de la durée relative du balancement. Le pourcentage de temps d'appui reste comparable quelque soit le côté.

**Nos ancêtres n'ont jamais été ni arboricoles, ni quadrupèdes: Ils se tenaient déjà debout**

Yvette DELOISON

Bien que le mode de locomotion n'ait pas été inauguré par l'homme puisqu'un lézard était déjà bipède dès l'ère primaire, le type humain de bipédie lui est propre. En conséquence, l'analyse anatomique des os des pieds des premiers hominidés permet de déterminer leur mode de locomotion et donc leur attitude corporelle.

L'étude des australopithèques et particulièrement celle d'un squelette complet découvert à Sterkfontein en Afrique du Sud comparés à l'homme et aux grands singes : chimpanzés, gorilles, orangs-outants, m'a permis d'aboutir à une nouvelle hypothèse sur l'origine de cette bipédie humaine. Il en découle que l'homme n'a jamais eu d'ancêtre ni arboricole ni quadrupède. Ses lointains aïeux ainsi que ceux des australopithèques et des grands singes étaient déjà bipèdes !

## Aspects cliniques de la proprioception

Philippe Thoumie

Le terme de proprioception renvoie à la perception du sens de position des segments de membre à partir d'afférences musculaires, articulaires et cutanées.

En pratique clinique, ce sens peut être évalué au niveau conscient ou inconscient. Au niveau conscient peuvent être évalués les sens de position ou le sens de déplacement des segments de membre. Au niveau inconscient, le clinicien doit apprécier l'intégration de la proprioception dans une activité privilégiée: la préhension au membre supérieur, l'équilibre la marche ou toute autre activité en charge au membre inférieur.

Les méthodes d'évaluation ne sont pas universelles suivant que l'on s'intéresse aux altérations fines de la proprioception, telles celles observées au cours des affections de l'appareil locomoteur, ou aux altérations grossières d'origine neurologique. La mise en évidence d'une diminution de la proprioception après lésion de l'appareil locomoteur se heurte en particulier à la difficulté d'estimer précisément le sens de position articulaire. Les tests cliniques pourront être complétés par des évaluations instrumentales dont le choix sera également dépendant du degré d'atteinte recherché.

**Pertinence de l'analyse stabilométrique dans le traitement de la lombalgie**

**non spécifique**

**Jean Luc SAFIN, MK**

Toutes les études s'accordent à dire que l'âge, le sexe des patients, les anomalies anatomiques, les troubles statiques ne peuvent être considérés comme des critères de classification validés d'une lombalgie commune, qui a été aussi bien rééduquée en étirement de la chaîne postérieure (Mézières) ou en cyphose (Williams), avant de l'être en lordose (Mac Kenzie). Le mécanisme physiopathologique de la lombalgie commune demeure inconnu, bien qu'elle représente six des vingt millions de consultations annuelles de médecine générale.

Peut-être faudrait-il chercher dans la symbolique populaire, celle de la "vertèbre déplacée" ou du "tour de reins", de la "faiblesse de reins" des chinois, du "coup de la sorcière" des Allemands ou des Italiens, une lecture, pourquoi pas plus appropriée, de cette pathologie.

L'Homme possède en effet un corps en interaction permanente avec l'environnement. Pour construire et mobiliser une posture qui doit beaucoup au tonus des muscles antigravitaires spinaux, il doit construire une représentation du corps et de son environnement qui n'est rien d'autre que sa propre réalité, vue à travers la vérité relative de ses référentiels posturaux.

Si percevoir, c'est décider (Berthoz), le "je suis bloqué", apparaît alors à l'image d'une perte de la flexibilité des choix, et illustre une discongruence neurosensorielle subite ou installée, qui interdit l'actualisation en temps réel des cartes corticales somesthésiques. Cette hypothèse semblant corroborée par l'orientation actuelle du traitement qui privilégie une poursuite des activités de mouvement, riches de sensorimotricité, aux dépens de l'alitement (Back Book). Bien qu'il ne fasse aucun doute que le lombalgique doit donner un sens à sa souffrance pour libérer son soma, il ne semble pas, malgré son abondance et une qualité sans cesse croissante, que l'imagerie actuelle, en livrant sans mode d'emploi les habituels processus structurels au système limbique de notre lombalgie, l'y aide autant qu'il y paraît.

Puisque schéma corporel et proprioception semblent perturbés chez le lombalgique, l'analyse stabilométrique, par la lecture "tête aux pieds" d'un conflit sensoriel décompensé, est-elle à même de donner une meilleure vision de cette douloureuse réalité, avant d'orienter vers des traitements privilégiant une approche neurosensorielle de la lombalgie commune.

CLINIQUE

ETUDE ET VALIDATION DU TEST

D'ANTEPULSION PASSIVE

OBJECTIVATION INSTRUMENTALE

Valérie LEBLANC,

Sylvie Villeneuve, Philippe Villeneuve, Philippe Thoumie

Dans le cadre de mon avant-projet de maîtrise en kinantropologie, dans le service du Professeur Jean Boucher à l'UQAM, je me suis intéressée avec Philippe Villeneuve au test d'antépulsion passive, afin de le renforcer grâce à des mesures instrumentales. Ce test validé depuis 2001 (Villeneuve S. et al) s'est révélé être reproductible et discriminatif et pourrait être prédictif de la chute chez les personnes âgées. L'objectif de ce mémoire est de renforcer la validité de ce test clinique et d'en préciser ses limites, grâce à l'utilisation de mesures instrumentales.

Dans le laboratoire du Professeur Philippe Thoumie, nous avons volontairement limité notre sélection à des sujets sains de 25 à 55 ans pour produire chez eux de façon prédictive la stratégie de hanche ou de cheville à l'aide de deux plateaux superposés et dissociables (plateau entier, demi plateau). Notre étude préliminaire concerne 8 sujets, comprenant 5 hommes et 3 femmes. Leur taille moyenne est de  $1m74 \pm 12cm$ .

nous avons effectué plusieurs enregistrements sur des supports plantaires différents : résine de deux épaisseurs (1,2 mm et 4,8 mm) sous les avant-pieds, une mousse de 10 cm et le plateau dynamique de Bessou.

En arrière du sujet, nous avons accroché les fils de deux ataxiomètres mesurant, dans le plan sagittal, le déplacement de son bassin et de sa tête.

Le test d'antépulsion passive étant exécuté par un seul examinateur expert et indépendant.

Si chacune des courbes représentant les déplacements du bassin et de la tête montrent une avancée des deux ataxiomètres, alors on peut conclure que le sujet est en stratégie de cheville. Lors de la manoeuvre d'antépulsion passive, la tête et le bassin avancent.

Par contre, lorsque les deux courbes sont de sens contraire, la courbe de la tête avance et celle du bassin recule, alors on peut conclure que le sujet est en stratégie de hanche.

Nous pouvons donc objectiver et discriminer instrumentalement les deux stratégies d'équilibration.

Ensuite, nous avons regroupé les feuilles de recueil clinique puis comparé nos résultats cliniques et instrumentaux.

Nous avons constaté que les résultats instrumentaux et cliniques sur supports immobiles et durs (plateau entier, demi-plateau résines) sont étroitement comparables à 95,83%, alors que sur supports mobiles et mous (, mousse et plateau de Bessou), les deux résultats sont peu comparables (47,92%), ce qui laisserait présager des stratégies d'équilibration mixtes ou des limitations d'interprétation instrumentale.

### **Contrainte mécaniques externes exercées sur le corps et conception du produit »,**

**Simon Bouisset**

**Professeur émérite**

< Quand il exécute un mouvement, l'homme, comme l'animal d'ailleurs, est soumis à ces lois impérieuses, que sont les lois de la Mécanique, ou lois de Newton. Les forces qui sont prises en considération sont les forces dites extérieures. Par exemple, lorsque le corps est considéré dans son ensemble, les forces extérieures sont la gravité et les réactions développées à l'interface entre le corps et son environnement physique. Celles-ci peuvent être variées : réaction du sol dans le cas le plus simple, ou assise et repose-pieds d'un siège, etc... Ce type d'interface se caractérise par des propriétés mécaniques de rigidité et de friction. Le présent exposé est centré sur les effets de l'adhérence, dont on se propose de présenter les principaux effets sur la posture et le mouvement.

Après une définition des notions de friction et d'adhérence, on présentera le concept de « Capacité Posturo-Cinétique » (CPC) qui constitue en quelque soit-te la toile de fond de l'exposé. En se fondant sur deux exemples particuliers, la locomotion (marche et course) et la production d'un effort, on montrera les effets de l'adhérence sur les patrons biomécaniques et la performance. On argumentera, à partir de ces données, sur la conception des produits, et notamment celle de chaussures. »

### **La respiration perturbe-t-elle davantage la posture chez les sujets lombalgiques ?**

Alain Hamaoui

Laboratoire de Physiologie du Mouvement INSERM U 483

Université Paris-Sud, Orsay (France)

[alain.hamaoui@wannadoo.fr](mailto:alain.hamaoui@wannadoo.fr)

Article de référence : « Does respiration perturb body balance more in chronic low back pain subjects than in healthy subjects ? » A. Hamaoui, M.C. Do, L.Poupard, S. Bouisset ; *Clinical Biomechanics* 17 (2002) 548-550

En posture debout, l'homme est soumis à des forces destabilisatrices d'origine endogène telles que les mouvements péristaltiques, les battements cardiaques et les cycles respiratoires. Pour que l'équilibre postural soit maintenu, ces forces doivent être compensées, par des mouvements contre perturbateurs. Gurfinkel et al. (1971) ont montré que la compensation de la respiration impliquait la mobilité du rachis et des hanches, puis Kantor et al. (2001) et Hodges et al. (2002) ont mis en évidence l'implication plus spécifique de la mobilité du rachis lombaire.

Chez le sujet lombalgique, il a fréquemment été montré une diminution de la mobilité du rachis lombaire (Mayer et al., 1984), qui pourrait ainsi affecter la compensation de la perturbation respiratoire. Ce manque de compensation devrait se traduire par une plus grande composante respiratoire dans les déplacements du centre de pressions, pouvant être à l'origine de l'augmentation des oscillations posturales déjà démontrées chez le lombalgique (Byl et Sinnot, 1988).

Le but de cette étude a été de déterminer si la respiration perturbe davantage la posture chez les sujets lombalgiques. A cet effet, il a été effectué une étude de paramètres posturographiques et respiratoires chez un groupe de 10 sujets lombalgiques comparativement à un groupe contrôle de 10 sujets sains.

Les résultats ont montré que les déplacements du CP sont augmentés chez les lombalgiques, principalement selon l'axe antéro-postérieur, où la perturbation respiratoire est la plus importante. Par ailleurs les déplacements du CP ont été davantage augmentés chez le groupe lombalgique, lors de la majoration de la perturbation respiratoire (respiration à fréquence rapide).

Ainsi, la respiration paraît davantage perturber la posture chez les sujets lombalgiques. Des travaux complémentaires devront déterminer dans quelle mesure la perte de mobilité rachidienne est impliquée dans ce phénomène.

**Etude comparée des stratégies respiratoires de chanteurs lyriques  
professionnels et de débutants.**

*Aurélie Lassalle,*

*Marie-Noelle Grini, Benoît Amy de la Bretèque, Antoine Giovanni, Maurice Ouaknine*

UPRES EA 2668. La Timone. Marseille.

L'apprentissage du chant lyrique repose principalement sur la maîtrise sensori-motrice des différents étages de l'appareil vocal : la soufflerie (les poumons), le vibreur, (les cordes vocales) et les résonateurs (cavité pharyngo--buccale). Cette étude, concerne le travail respiratoire qui gouverne la soufflerie. Lorsque la production sonore est intense, la modulation respiratoire est multi-déterminée. Les chanteurs font face à cette complexité par des moyens qui diffèrent selon la stratégie mise en oeuvre et qui se stabilise avec l'entraînement.

Nous avons étudié l'activité ventilatoire lors d'une émission vocale chantée chez 7 chanteuses professionnelles et 6 chanteuses débutantes, tous sujets sans antécédents vocaux. Nous avons quantifié l'activité EMG des muscles abdominaux grands droits, obliques externes et transverses détectée par électrodes de surface. Nous avons également étudié les mouvements corrélés de la cage thoracique à l'aide de ceintures à capteurs de pression disposés au niveau de la zone suspubienne, de la zone ombilico-épigastrique et de la zone sub-thoracique. Les chanteuses exécutaient d'abord des vocalises sur [i] puis un air extrait d'un vaccaï.

Nous avons observé que : a) les chanteuses professionnelles inhibent l'activité des grands droits et utilisent principalement leurs muscles obliques externes et transverses. Et b) les débutantes, différemment, travaillent de façon intensive avec les grands droits abdominaux. La première stratégie préserve l'ouverture de la cage thoracique et permet un souffle expiratoire plus long. La stratégie des débutantes entraîne la fermeture de la cage et raccourcit le souffle expiratoire. Ces différences de stratégie sont interprétées dans le sens classique de Bernstein recherche de l'économie et de la précision du mouvement par réduction de ses degrés de liberté. Ces premiers résultats appellent des quantifications qui mettront en corrélation les modulations du flux ventilatoire et les modulations des travaux musculaires.

## **Quels sont les paramètres biomécaniques et électromyographiques**

### **modifiés par le contact cutané de la chaussure**

**Marie Emmanuelle Rouchon**

Dans la littérature, la contribution des afférents cutanés plantaires au cours de la régulation posturale ou au cours de la marche était approchée par l'intermédiaire de stimulation de nerf ou par anesthésie. L'objet de cette étude est de tester si une "stimulation naturelle ", en l'occurrence le simple contact cutané du pied avec la chaussure modifie les paramètres biomécaniques et électromyographiques de l'initiation du pas. On examinera deux conditions : "nu-pieds" et "chaussée", au cours de deux situations expérimentales, initiation de la marche normale et initiation du pas provoquée par une chute avant. Au

total, 12 sujets ont participé à l'expérimentation.

**Dans l'initiation de la marche normale, le port de chaussure ne modifie pas les paramètres cinématiques de la progression (longueur du pas, vitesse, et dates de décollement et de poser du pied pendulaire), en revanche le freinage de la chute du centre de gravité au cours de la phase pendulaire est moindre. Dans la condition "nu-pieds" l'activité EMG du Soleus du pied d'appui cesse pratiquement au même moment que le poser du pied pendulaire. Dans la condition "chaussée" l'activité EMG du Soleus du pied d'appui perdure au delà du pied pendulaire. Lorsque le sujet initie la marche avec le pied du membre d'appui nu et le pied du membre oscillant chaussé les résultats sont identiques à ceux de la condition pieds nus dans l'initiation de la marche normale et inversement.**

**Dans l'initiation du pas provoquée par une chute avant, l'exécution du pas est "automatique" et deux fois plus rapide que dans l'initiation de la marche normale. Le port de chaussure entraîne une augmentation de la longueur du pas, mais la vitesse et les dates de décollement et de poser du pied pendulaire ne changent pas. Le freinage de la chute pendant la phase pendulaire est plus important dans la condition "pieds chaussés". Dans les mêmes conditions expérimentales, l'activité EMG du Soleus du pied d'appui présente un pattern comparable à celui de l'initiation de la marche, c'est-à-dire : pieds nus, l'activité EMG cesse au même moment que le poser du pied pendulaire; pieds chaussés, elle perdure au delà du poser du pied pendulaire.**

**Le fait que les variations de certains paramètres biomécaniques selon l'axe vertical soient différentes d'une situation expérimentale à l'autre lorsque le sujet est chaussé suggère un comportement qui s'adapte en fonction du contexte.**

**L'allongement de l'activité du Soleus du pied d'appui au delà du poser du pied pendulaire, lorsque le sujet est chaussé, n'est pas dû ni au changement de positionnement des segments du corps, ni à l'augmentation des forces d'inertie liée au poids de la chaussure, ni à une précocité relative du moment du poser du pied pendulaire, ni à la préparation à l'exécution du prochain pas. Il est vraisemblablement lié au changement des entrées cutanées du pied induit par le contact de la face dorsale et plantaire du pied avec la chaussure.**

**Mots cle s : électromyogramme Soleus, pied d'appui, marche, pieds nus, pieds chaussés, contact cutané.**

**D'une thérapie segmentaire biomécanique à une thérapie posturale neurosensorielle.**

Jean P. Boucher, Ph.D., FACSM, et J. Lemaire (Montréal)

Comment concilier le réductionnisme biomécanique à l'holisme neurophysiologique sous-jacent au contrôle d'une thérapie fonctionnelle ? Voici le défi de cette présentation qui nous invite à comparer l'approche scientifique préconisée en recherche à l'approche clinique, dans un contexte d'une thérapie fonctionnelle. Dans un effort de comprendre les résultats cliniques et de développer des approches thérapeutiques, les thérapeutes, empreints d'empirisme, se sont tournés vers la recherche expérimentale. Forts d'un vécu clinique, campé dans une vision holistique de la personne et de la santé, les thérapeutes ont dû réduire la portée de leur questionnement afin de respecter la validité interne nécessaire à la vérification scientifique d'une question, tout en sacrifiant la validité externe nécessaire au développement de thérapeutiques efficaces. Ce conflit méthodologique et le développement de nouvelles technologies expliquent en grande partie le passage que l'on connaît, d'une approche biomécanique à une neurosensorielle. Enfin, des résultats démontreront comment ces deux approches sont complémentaires et, en fait, la biomécanique n'a d'intérêt que si elle conduit à comprendre l'expression d'une intégration neurosensorielle.

Laboratoire de Neurobiologie Humaine , U.M.R 6149, CNRS - Université de Provence

Centre de St Jérôme, Av. Escadrille Normandie-Niemen - 13397 Marseille Cedex 13

L'influence des messages **proprioceptifs** issus des muscles de la **région cervicale** dans l'orientation du corps et la régulation de son équilibre n'est plus à démontrer. La **sollicitation prolongée** de cette entrée sensorielle par vibration induit des mouvements involontaires de l'ensemble du corps qui peuvent perdurer plusieurs minutes, voire plusieurs heures après l'arrêt de la stimulation et que l'on appelle "**post-effets**". Sachant qu'au niveau segmentaire des posteffets peuvent indifféremment être obtenus après une contraction volontaire ou une vibration, nous avons cherché à induire des **post-effets directionnalisés** de l'ensemble du corps à la suite d'une contraction isométrique de différents muscles cervicaux et à en identifier les mécanismes.

Dans une première étude, nous avons analysé chez 14 sujets les effets moteurs différés de la **contraction isométrique volontaire** des groupes spléni, trapèze supérieur et élévateur de l'omoplate à l'aide d'enregistrements posturographiques. L'hypothèse d'une **origine proprioceptive** de ces post-effets a été testée dans une deuxième étude où une **stimulation électrique** de même durée que la contraction était appliquée au niveau du muscle élévateur.

Les résultats montrent qu'une **réponse posturale involontaire**, orientée selon le plan d'action du muscle, **intervient** à l'arrêt de la contraction pour les trois muscles testés et qu'elle' **perdure** au delà de 15 minutes. En revanche, aucun post-effet ne se manifeste après une stimulation électrique de même durée. Ces résultats sont interprétés comme la conséquence d'une modification temporaire de la "référence posturale". L'hypothèse d'une activation à long terme de **structures centrales** par l'augmentation du **flux afférent proprioceptif** qui accompagne uniquement la contraction isométrique volontaire est discutée.

**Mots-clefs** : Post-effets moteurs, posture humaine, proprioception musculaire, contraction volontaire et involontaire, stimulation électrique.

## Asymétries posturales, verticalité et latéralités

Joël Lemaire', Jean-P Boucher 2

La conquête de la verticalité détermine la posture bipède caractéristique de l'espèce et sa maîtrise est la meilleure réponse de l'Homme debout au monde pesant qui l'écrase. Or l'observation journalière de cette posture impose

une remarque évidente : la perte de la verticalité et les asymétries trop importantes de la posture qui l'accompagnent sont liées aux symptômes de nos patients et représentent des signes caractéristiques du Syndrome de Déficience Posturale. La mesure sur plate-forme de stabilométrie dans un contexte normalisé (Normes 85) nous permet de connaître au millimètre près la précision du Système Postural d'Aplomb qui contrôle la posture dans l'espace. Cette précision se reflète-t-elle en mesurant la verticale spontanée? Nous avons recruté et étudié 34 sujets dont la posture a été mesurée sur plate-forme de stabilométrie (QFP, Medicauteurs), puis sur podomètre (Pel 38, Medicauteurs) et par analyse vidéo (Biotonix) afin d'étudier les questions suivantes : Stabilomètre et podomètre produisent-ils les mêmes mesures, et ce, dans des conditions contextuelles différentes? Ces technologies peuvent-elles être utilisées comme marqueurs cinétiques et cinématiques de la verticalité et du contrôle de la posture? A l'occasion de cette étude nous avons aussi essayé de déterminer des relations qui devraient exister entre certains principes organisateurs de la posture debout, en étudiant en particulier, certaines conduites motrices, la répartition de l'appui au sol et la stabilisation de la tête dans l'espace.

<sup>1</sup> POSTURA, St-Lambert, Québec, Canada. <sup>z</sup> UQAM, Montréal, Québec, Canada.

# EFFETS DE L'ELECTROSTIMULATION COMBINEE A LA CONTRACTION MUSCULAIRE VOLONTAIRE SUR LES CAPACITES POSTURALES DE SUJETS AGES.

Th Paillard <sup>1-3</sup>, C Lafont <sup>2</sup>, R Montoya <sup>3</sup>, Ph Dupui <sup>3</sup>

1 Département STAPS Tarbes - Université de Pau et des Pays de l'Adour.

2 Unité d'Evaluation de l'Equilibre et de la Marche - Service de Médecine Interne et de  
Gérontologie - CHU Purpan, Toulouse, France.

3 Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine, CHU Rangueil, Toulouse, France.

**Introduction.** L'objectif était de comparer les effets de 3 méthodes de renforcement musculaire sur les capacités posturo-cinétiques de sujets âgés.

**Matériels et Méthodes.** Trente deux femmes âgées de 62 à 75 ans ont été randomisées en 3 groupes. Chaque groupe a réalisé un programme d'activité comportant 4 séances hebdomadaires pendant 6 semaines. Le premier groupe (ME) montait et descendait 300 marches d'escalier par séance (n=11). Le second (ES) réalisait des séances d'électrostimulation au niveau des quadriceps (n=11). Le troisième (ME+ES) combinait les 2 activités simultanément (n=10). L'équilibre statique (Plate-forme de force, Dynatronic<sup>1</sup>, Dyn 50) et l'équilibre dynamique (Plate-forme mobile à bascule + ataxiètre) ont été évalués avant et après la réalisation de chaque programme.

**Résultats.** L'équilibre dynamique antéro-postérieur a progressé (diminution de la longueur du pivot de la plate-forme mobile) ( $p < 0.05$ ) et les mouvements de la tête ont diminué (ataxiogramme) dans le plan latéral ( $p < 0.05$ ) pour les 3 groupes. Par ailleurs, la réduction de la contribution des informations visuelles dans l'équilibration est plus importante chez ME que chez ES et ME+ES ( $p < 0.05$ ). L'équilibre statique n'a été modifié chez aucun groupe.

**Discussion.** La diminution des mouvements du pivot et la réduction des mouvements de la tête traduisent des modifications de la stratégie d'équilibration à l'issue des

programmes pour les 3 groupes. L'étude des informations visuelles signifierait que l'exercice naturel améliorerait davantage la proprioception dans l'équilibration que la technique combinée. Dans cette technique, l'électrostimulation interférerait

probablement dans l'intégration des afférences neurophysiologiques au cours des activités posturo-

cinétiques.

# EQUILIBRATION EN STATION DEBOUT HUMAINE

COMPOSANTES PASSIVES ET COMPOSANTES ACTIVES.

*Maurice Hugon, Maurice Ouaknine.*

UPRES EA 2668. La Timone. Marseille. e:ouaknine@univ-aix.fr Tel :(33) 4 91 38 66 21

Rappels ou nouveautés: a. Les excursions du Centre de Pression au sol encadrent les déplacements de la projection verticale du Centre de Masse ; elles déterminent le placement moyen des Centres. (1\*7\*). b. L'équilibration du S. obéit à la relation  $[AG - G] = I\ddot{\alpha}$ . (G

moment gravitaire CdeM/chevillés du CdeM, en Nm ; AG : moment anti-gravitaire tricipital total (pour les deux triceps). I moment d'inerte du CdeM ;  $\ddot{\alpha}$  : son accélération. Le moment antigravitaire total [AGt] est la somme: i. du moment AGp 'passif' dû au conjonctif élastique étiré par l'inclinaison posturale, ii. du moment actif [AGa] de contraction tricipitale, disposée en parallèle avec le précédent (6l'). d. Cette complexité est analysée à l'aide du 'pendule inversé équivalent' (PIE) qui n'implique que la musculature et la sensorialité des jambes (3\*4l').

Il sera rappelé: i. à quelles conditions de raideur un PIE mécanique 'purement élastique' est en équilibre à stable. Perturbé par un apport (ou retrait) d'énergie bref, le pendule oscille autour de  $\alpha_0$  de façon sinusoïdale à bilan énergétique nul (fonctionnement 'passif'). ii. que les excursions du CdeM humain ne sont pas sinusoïdales ; il s'agit d'une équilibration active non purement élastique (2\*, pour nuances). iii. que AGt ne vaut que # 90% de G (3\*) et ne peut empêcher une chute AV (passive) du CdeM, sauf si AGa crée un moment additionnel tel que  $AGa > G - AGt$ . La chute AV est alors freinée, puis transformée en redressement. Si le redressement dépasse  $\alpha_0$  une déactivation induisant à l'estime  $AG < G$  entraînera une chute AV de correction. Si cette correction est elle-même excessive une réactivation tricipitale freinera la chute et amorcera un nouveau relèvement .... Ces modulations sont de l'ordre de 10% de AGa, commande 'tonique' de base qui vise  $\alpha_0$  en complément à AGt; elles sont centralement programmées, anticipatrices et donc ballistiques, néanmoins dosables (3\*,6\*, mais 8\*). L'équilibre dynamique moyen  $\alpha_0$  résulte des suites de sur-activations/sous-activations de AGa.

Les contractions tricipitales sont déterminées en co-activation flexible par les commandes squeletto-motrices, responsables de la force de contraction du muscle et les commandes fusimotrices qui fixent la longueur de fonctionnement et l'excitabilité des fuseaux neuromusculaires (5\*). Les travaux sur PIE ont montré que les informations issues des jambes et pieds suffisent pour déterminer la longueur d'initiation de la contraction tricipitale antigravitaire, ensuite pour organiser (avec servo-assistance ?) le développement tonique nécessaire pour réaliser l'inclinaison visée (1\* et 3\*). Des modulations anticipatrices et ballistiques (3l') de la double commande squeletto-motrice/fusimotrice de base porteraient le CdeM alternativement au-delà ou en deçà de l'inclinaison visée.

Au total l'équilibre postural sagittal sera une réalisation dynamique élastique passive, ajustée par des interventions centrales actives. Ces interventions rendront compte du caractère pseudopériodique des excursions du CdeM et du CdeP.

*Réf. : 1 \*Hugon et Ouaknine Bruxelles. 8<sup>me</sup> réunion A.P.E. 2002. 2\*Winter et*

al. 1998 *JNeurophysiol* ,p.1211...3\* Loram et Lakie *JPhysiol*. 2002,p.1041...  
4\*Fitzpatrick et al. *JPhysiol*. 1992, n °533. . .5\* Hulliger, *Rev. Physiol.*  
*Biochem. Pharmac.* 1984, vol 101.6\* Loran et al. *JPhysiol*. 2001, p879, et  
2002, **p.III**. 7\*. Schieppati et al *Electroenceph. Clin. Neurophysiol*. 1994. 93 :  
286-9. 8\* Gatev et al. 1999. *J.Physiol*. 514 :915-928.

**LA POSTURE DE L'HEMIPLEGIQUE : UN CONTROLE  
INDEPENDANT DES MOUVEMENTS DES CENTRES DE PRESSION  
PLANTAIRES**

**N Genthon<sup>1</sup>, P Rougier<sup>1</sup>, J Froger<sup>2</sup>, J Pélissier<sup>2</sup>, D Pérennou<sup>2</sup>**

1 Laboratoire de modélisation des activités sportives, Université de Savoie, Domaine universitaire de Savoie-Technolac, 73376 Le Bourget du Lac cedex, France

Tel : (33) 4 79 75 81 15 - Fax (33) 4 79 75 81 48'

e-mail : nicolas.genthon@univ-savoie.fr

2 Unité de rééducation neurologique, CHU Montpellier-Nîmes, Centre Hélio-Marin, 30240 Le Grau du Roi.

**Introduction** : Pour maintenir leur équilibre, les sujets sains investissent simultanément et de manière similaire leurs deux appuis. Les mouvements des centres de pression (CP) plantaires s'effectuent en phase et sont synchronisés dans le plan frontal (Genthon et Rougier, 2003). Ce contrôle particulier permet de créer des mouvements frontaux du CP résultant réduits, induisant une performance posturale de bonne qualité (mouvements du centre de gravité (CG) restreints). Les patients hémiplegiques se caractérisent par un déficit unilatéral, créant une asymétrie corporelle.

**Matériel et méthode** : L'enregistrement a été effectué avec un système expérimental double plate-forme de force, permettant l'acquisition des mouvements des CP plantaires, le calcul des mouvements du CP résultant et du CG. Les sujets ont été installés debout dans une position standardisée avec un pied sur chaque plate-forme. Les fonctions d'inter-corrélations ont été calculées entre les mouvements des CP plantaires.

**Résultats** : La corrélation entre les mouvements des CP plantaires gauche et droit des patients est fortement dégradée dans le plan frontal, les mouvements étant indépendants. Chez certains patients, un décalage temporel significatif existe entre les mouvements des CP plantaires, les mouvements du CP non parétique étant en avance par rapport à l'appui parétique. La performance posturale des patients hémiparétiques est réduite.

**Discussion** : Les patients hémiparétiques emploient une stratégie de contrôle de l'équilibre investissant indépendamment leurs deux appuis. Certains patients utilisent une stratégie

investissant prioritairement le membre non parétique, l'appui parétique ne faisant que suivre les mouvements du premier. Cette stratégie permet de limiter la dégradation de la performance

posturale.

**EVALUATION DES HÉTÉROPHORIES VERTICALES EN VISION DE  
LOIN SUR DES SUJETS ARTHRALGIQUES ET/OU RACHIALGIQUES  
DITS CHRONIQUES, ET INCIDENCE DE LEUR NORMALISATION  
PAR TRAITEMENT PROPRIOCEPTIF ADAPTE**

**E. MATHERON\*, P. BARLAUD\*\*, P. d'ATHIS\*\*\***

Une étude antérieure a montré que des hétérophories verticales (HV) en vision de loin pouvaient être, chez 90% des patients, normalisées - c'est à dire ramenées à l'orthophorie verticale (OV) par une rééducation proprioceptive adaptée ou des soins dentaires appropriés. Elle a permis d'observer, mais non d'évaluer, une diminution des symptômes évoqués en général par ces patients et des douleurs en particulier.

L'étude présente a évalué les phories verticales en vision de loin qualitativement (OV ou HV) à l'aide de la baguette de Maddox, avec une reproductibilité intra et inter-opérateur de 100% chez 20 volontaires évalués 2 fois par 2 praticiens, et la douleur avec une échelle visuelle analogique graduée de 0 à 10. L'évaluation a porté sur 60 sujets : 20 OV, et 40 HV avec rachialgies ou/et arthralgies chroniques.

La stabilité de l'orthophorie a été vérifiée immédiatement sur les 20 sujets OV, en agissant sur les différents niveaux normalisant habituellement les HV (1 niveau sur 8 a montré pour 1 sujet une HV transitoire), puis contrôlée à J14 : on a constaté 80% d'OV (intervalle de confiance IC 95% : 62,5-97,6%), chaque HV apparue ayant une explication clinique.

Les 40 patients HV ont été randomisés en deux groupes égaux : « traitement proprioceptif adapté plus traitement standard » et « traitement standard », puis réévalués à J 14 après 3 séances.

Les résultats montrent une normalisation significative des hétérophories du premier groupe avec 75% d'OV ( IC95% : 56-93% versus 0-0%), s'accompagnant d'une diminution franche de la douleur (IC95% : 3,8-5,5/10 versus 0,5-1/10) : ceci mettrait en évidence certaines entrées sensorielles ou sensibles perturbées. En cas d'échec ou de correction avec un plan de morsure, l'hypothèse d'une entrée visuelle perturbée ou d'un trouble de l'occlusion dentaire est avancée.

*\*Hasseur-kinésithérapeute, Dijon \*\*Chirurgien-dentiste, Autun \*\*\*Stastiticien, MCU-PH, CHU de Dijon*

# **Rôle de la vision selon la tâche posturale chez des gymnastes de haut niveau.**

Asseman F., Caron O. et Crémieux J.

Laboratoire Ergonomie, Sport et Performance,

Université de Toulon et du Var, UFR-STAPS, \_

Av. de l'Université, BP 132, 83957 La Garde cedex, France.

Tel.: +33-4-9414-2617; Fax: +33-4-9414-2278.

E-mail Address: assemanC?univ-tln.fr

Le rôle de la vision sur la stabilité posturale a été étudié dans des tâches de difficulté et de spécificité différentes. Treize gymnastes de haut niveau devaient rester le plus stable possible yeux ouverts et yeux fermés dans trois postures : Bipédale (facile et non spécifique), Unipédale (difficile et spécifique) et sur les mains en appui tendu renversé ou ATR (très difficile et très spécifique). Les variations de position du centre de pression ont permis d'estimer la performance (surface du CP) et le contrôle postural (vitesse du CP) dans chaque condition. La stabilité des sujets varie significativement entre yeux ouverts et yeux fermés uniquement en posture unipédale. Aucune relation de classement entre les performances en condition visuelle à l'autre dans cette posture unipédale n'est observée. Ainsi, non seulement la difficulté et la spécificité de la posture ne permettent pas de prédéfinir le rôle de la vision dans la stabilité posturale chez ces athlètes de haut niveau, mais aussi il existe une grande variabilité quant à l'influence de ces informations. L'influence de la vision est un phénomène complexe qui ne peut être expliqué uniquement par la difficulté et/ou la spécificité de la posture et qui doit tenir compte en plus de la variabilité individuelle.

## **ZONES CORTICALES IMPLIQUEES DANS LA PERCEPTION DE LA VERTICALITÉ**

**Christophe LOPEZ, Liliane BOREL et Michel LACOUR**

Laboratoire de Neurobiologie Intégrative et Adaptative

UMR 6149 Université de Provence - CNRS. Case 361 \_

Les études réalisées chez l'Homme en imagerie cérébrale fonctionnelle (IRMf et TEP) ont décrit les projections des afférences vestibulaires sur de nombreuses aires corticales dites vestibulaires. Il est remarquable qu'il ne semble pas exister de cortex vestibulaire primaire à proprement parler, contrairement à ce qui est décrit pour les autres modalités sensorielles. Chacune des aires impliquées est en effet décrite comme un lieu de convergence multisensorielle où aboutissent des afférences vestibulaires, proprioceptives et visuelles.

Les stimulations directes des récepteurs vestibulaires (stimulations galvaniques et caloriques) ou la sollicitation indirecte des voies vestibulaires (stimulations optocinétiques) réalisées chez l'Homme montrent que les aires corticales vestibulaires s'organisent en un réseau largement distribué intéressant les régions temporo-pariétales, insulaires et frontales. Pour l'essentiel, elles recouvrent l'aire 2v à l'extrémité de la scissure intrapariétale, l'aire 3aV au niveau du sillon central, l'aire 7 dans le lobule pariétal inférieur et le cortex vestibulaire pariéto-insulaire (CVPI).

Plus particulièrement, le CVPI jouerait un rôle central dans la représentation de l'espace et des déplacements du corps. En effet, l'étude de patients cérébro-lésés montre que lorsque le CVPI est atteint, ces patients présentent des troubles de la perception de la verticalité. L'activation et l'inhibition du CVPI dans différentes conditions expérimentales seraient en outre reliées à la résolution de conflits visuo-vestibulaires.

A la lumière de données récentes issues de l'imagerie cérébrale et de la neuropsychologie, nous nous attacherons à montrer en quoi les aires vestibulaires constituent des aires associatives hautement intégrées concourant aux mécanismes de la représentation et de la cognition spatiales.

PERTURBATIONS DE LA REPRESENTATION INTERNE DE L'ESPACE APRES  
LESION VESTIBULAIRE DANS UNE TACHE D'INTEGRATION DE TRAJET

*Liliane Borel*<sup>1</sup>, *Patrick Péruch*<sup>2</sup>, *Jacques Magnan*<sup>3</sup>, *Michel Lacourl*

<sup>1</sup> Laboratoire de Neurobiologie Intégrative et Adaptative, UMR 6149, Université de  
Provence/CNRS, 52 Faculté des Sciences de St Jérôme, case 361, 13397 Marseille Cedex 20

<sup>2</sup> Laboratoire de Neurophysiologie et Neuropsychologie, EMI-U 9926, Université de la  
Méditerranée/INSERM, Faculté de Médecine Timone, 27 Bd Jean Moulin, 13385 Marseille

Cedex 5

<sup>3</sup> Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Nord, Chemin des Bourelly, 13015

Marseille Cedex 20

Le but de cette étude a été de préciser la contribution du système vestibulaire à l'élaboration et au maintien d'une représentation interne de l'espace. Les conséquences de la perte vestibulaire unilatérale sur une tâche de navigation spatiale ont été évaluées dans des situations expérimentales permettant de dissocier les effets liés 1) à l'information sensorielle disponible (visuelle, vestibulaire, proprioceptive), 2) au niveau de représentation spatiale (reproduction de trajet, production de trajet inverse ou de trajet nouveau : raccourci) et 3) au sens du déplacement (côté intact versus lésé). Les conséquences de la perte vestibulaire sur les performances spatiales ont été abordées par l'étude comparative de 7 patients vestibulo-déficients unilatéraux avant neurotomie vestibulaire unilatérale curative (NVU) et pendant le décours de la compensation (1 semaine et 1 mois), ainsi que 7 sujets témoins examinés à des intervalles de temps similaires.

Les patients présentent des déficits de navigation spatiale caractérisés par une dégradation de leur capacité à estimer leur déplacement (en direction et en distance) qui persiste 1 mois après NVU. La représentation spatiale est perturbée quelles que soient les informations sensorielles disponibles. Toutefois, les erreurs maximales apparaissent dans les conditions expérimentales où seules les informations vestibulaires et/ou visuelles sont disponibles et pour les épreuves les plus complexes (trajet inverse et raccourci). Enfin, la perte vestibulaire unilatérale produit une asymétrie de la performance spatiale au stade précoce après NVU.

L'ensemble de ces résultats témoigne d'une perturbation de l'appréciation des composantes de direction et de distance des trajets après lésion vestibulaire unilatérale. Ils soulignent le rôle du système vestibulaire dans l'élaboration d'une représentation correcte de l'environnement, en particulier pour des tâches nécessitant un niveau de représentation spatiale élevé.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DE**

**EXAMEN DES FONCTIONS ORO-FACIALES DANS LE CADRE**

**L'ORTHODONTIE ET DE L'OCCLUSODONTOTIE**

**Maryvonne Fournier**

Condition de l'examen, âge du patient, classe, fratrie, sport habituel. La posture de la langue et ses praxies : déglutition et phonation : les palatales, les sifflantes, les chuintantes, les fricatives et les labiales, en nous intéressant aux appuis musculaires de la langue et des lèvres plutôt qu'à ce qui s'entend. Les lèvres, leur tonicité en plus ou en moins. Les joues : le muscle buccinateur, sa force et son équilibre. La ventilation qui doit être naso-nasale 24 heures sur 24, sans effort, au repos et à l'effort. Les habitudes nocives : succion du pouce, des doigts ou d'un objet quelconque, têtage de la langue, mordillement d'une lèvre ou d'un objet, bruxisme centré ou excentré. Posture : tête et cou, dos et bassin, pieds.

## Réhabilitation neuro-occlusal et équilibre fonctionnel

Patrick A.mpen (Meaux)

Les rapports dentaires peuvent constituer pour vous une « entrée posturale » comme on peut le définir à partir de tests cliniques utilisés dans l'exercice de la de posturologie. A l' inverse : on montrera que la mise en place d'un appareillage d'orthodontie bien équilibré peut révéler un déséquilibre morphologique masqué par l'adaptation fonctionnelle.

Pour nous, en orthodontie, le diagnostic au delà de la bouche, se fera idéalement avec une analyse céphalométrique architecturale et structurale, car la morphogenèse est conditionnée non seulement par l'état du crâne (voûte et base) et l'influence directe de toutes les pièces osseuses les unes sur les autres mais aussi par l'influence des tissus. Exemple d'analyse « morpho fonctionnelle » : Les 2 Articulations temporo mandibulaires (ATM) fonctionnent en synergie mais pas souvent en parallèle lors des mouvements de latéralité mandibulaire d'un coté , il y a rotation du condyle de ce côté (travaillant) et avancée du condyle du côté opposé( non travaillant, on dira balançant). Ainsi, on peut représenter les divers niveaux de modifications anatomiques consécutifs à l'existence d'une dysmorphose anatomique ou fonctionnelle. Gola, Delaire parlent de « cascade dysmorpho - fonctionnelle » , notion qui tient compte de l'addition des troubles anatomiques et fonctionnels indissociables ..

Au niveau de la bouche, Pedro Planas, a parfaitement défini un diagnostic occlusal et une thérapeutique: la réhabilitation neuro occlusale (RNO)

Signes cliniques à rechercher au delà de l'Occlusion statique: la notion fondamentale est: l'occlusion dynamique et l'angle fonctionnel masticatoire de Planas : AFM\_P. Ces données sont complétées par l'étude des mesures d'arcades , et la position des arcades dans l'espace par v

l'utilisation du Gnathostat

La thérapeutique fera appel à des meulages d'équilibration , et le plus souvent à de simples et confortables appareils amovibles de port impérativement continu sauf repas (action par « présence » ce sont de véritables « tuteurs fonctionnels », aucune force n'est exercée autre que physiologique). Les constituants en sont : des pistes de rodages, des stabilisateurs permettant une totale liberté des mouvements dentaires ( contrairement aux gouttières.), des vérins d'un pas spécifique. Cet outil thérapeutique permet l'amélioration de la mastication et, souvent, de la fonction respiratoire nasale. La forme comportant un Ascenseur lingual est indiquée en cas de dysfonction linguale

Cette approche, a la portée des thérapeutes de dentisterie, permet d'obtenir un meilleur équilibre occlusal mais aussi facial, chez l'enfant en croissance, d'autant plus facilement qu'il est jeune, et de décompenser chez l'adulte, un déséquilibre primaire ou bien secondair



# *Effets posturaux induits par un feedback tactile lingual*

C Olin, A Fouilleul, P Rougier\* , E Sampaio

Laboratoire Brigitte Frybourg, CNAM, Paris

\*Laboratoire de Modélisation des Activités Sportives, Université de Savoie, Le Bourget du Lac

L'objectif de cette étude est d'établir dans quelle mesure l'utilisation d'un feedback

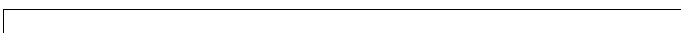
assuré par un canal sensoriel autre que visuel peut améliorer le contrôle de la station debout non perturbée.

Une dizaine d'adultes volontaires en bonne santé sont placés sur une plate-forme de force dynamométrique sur laquelle ils doivent se tenir debout en restant le plus stable possible. Deux conditions avec feedback (visuel et tactile) et une condition sans feedback sont proposées selon un ordre aléatoire. Les calculs de la plate-forme de force permettent de retransmettre un feedback visuel en temps réel sur un écran d'ordinateur placé devant les sujets. Le feedback tactile est lui transmis, en temps réel également, à l'aide d'une interface homme-machine développée récemment: le Tongue Display Unit (TDU). Il s'agit d'un dispositif de suppléance sensorielle qui transforme une information visuelle en une information tactile sur la langue.

D'une façon générale, les deux feedback, comparés à la condition de référence yeux

ouverts, montrent une modification sensible des stratégies d'équilibration.

qn





ANALYSE FREQUENTIELLE DE LA STATION DEBOUT  
UNIPODALE.

*Cyril Burdet, Patrice Rougier.*

Laboratoire de Modélisation des Activités Sportives, UFR-CISM, Université de Savoie,

Domaine Scientifique de Savoie-Technolac, 73376 Le Bourget du lac cedex, France.

Tel. : +33 4 79 75 81 15

Fax : +33 4 79 75 81 48

E-mail : [cyril.burdet@univ-savoie.fr](mailto:cyril.burdet@univ-savoie.fr)

**Introduction** : Se tenir debout sur un appui est une tâche complexe, considérée par la littérature comme la plus difficile qui puisse être proposée à un patient. A ce titre, elle est classiquement utilisée par les cliniciens comme test d'équilibre. Le but de cette étude était d'une part de voir si une éventuelle corrélation pouvait être identifiée entre le comportement postural des sujets placés sur un et deux pieds, et d'autre part modéliser l'équilibre monopodal.

**Matériels et méthodes** : 21 sujets ont réalisé 5 essais de 32 secondes sur une plate-forme de force dans trois conditions : bipédie, unipédie pied gauche et unipédie pied droit. Pour chacune des conditions, nous avons extrait le spectre fréquentiel du signal du centre des pressions (CP) à l'aide d'une transformée rapide de Fourier. Enfin, nous avons calculé l'amplitude moyenne et la fréquence médiane d'oscillation du CP.

**Résultats** : Aucune corrélation linéaire n'apparaît entre nos deux conditions, suggérant que le contrôle de l'équilibre sur un ou deux appuis relève de deux mécanismes différents. De la même manière, aucun paramètre ne permet de différencier le comportement des sujets placés sur leur pied fort ou leur pied faible. De larges différences sont au contraire notées entre l'équilibre postural en unipédie et en bipédie. En particulier, les mouvements du CP sont beaucoup plus amples et oscillent avec une plus grande fréquence.

**Discussion** : Les particularités de l'unipédie sont discutées au regard des résultats obtenus. En particulier, les mécanismes réflexes semblent particulièrement impliqués dans le contrôle de l'équilibre monopodal.

---



# INCIDENCE DE LA NATURE DU MOUVEMENT DONNE EN RETROACTION SUR LA

## PERFORMANCE POSTURALE

***Patrice Rougier.***

Laboratoire de Modélisation des Activités Sportives, UFR-CISM, Université de Savoie,

Domaine Scientifique de Savoie-Technolac, 73376 Le Bourget du lac cedex, France.

Tel. : +33 4 79 75 88 08

Fax : +33 4 79 75 81 48

E-mail : [patrice.rougier@univ-savoie.fr](mailto:patrice.rougier@univ-savoie.fr)

Des études précédentes ont souligné l'intérêt de la technique du feedback visuel dans le domaine de la rééducation des troubles de l'équilibre. Jusqu'à présent, toutes ces études ont en commun de s'être basées sur le signal temporel issu d'une plate-forme de force sur laquelle reposait les sujets, les déplacements du centre des pressions (CP).

D'un point de vue systémique, Winter et al. (1996) ont bien montré dans ces processus de maintien de l'équilibre que ces déplacements de CP ne représentaient en fait que la variable contrôlante, la variable de contrôle étant, elle, constituée par les déplacements du centre de gravité (CG). On sait depuis les travaux de Brenière (1996) que ces derniers peuvent être estimés sur la base d'une relation biomécanique précisant, pour une morphologie donnée, le rapport d'amplitude en fonction de la fréquence entre les déplacements du CP et ceux du CG. Néanmoins, si cette méthode permet la détermination a posteriori des mouvements du CG, et par suite de la différence CP-CG, elle demeurerait par principe incompatible avec une détermination de ces mouvements en temps réel du fait de l'utilisation de transformées de Fourier. Le problème pouvant dorénavant être résolu simplement par le calcul de filtres numériques, la possibilité nous est désormais donnée d'estimer ces différents mouvements élémentaires et par suite de les donner en rétroaction.

Cette étude préliminaire a donc pour objectif de comparer les effets posturaux induits chez des individus jeunes en bonne santé par une rétroaction des mouvements du CP, des mouvements horizontaux du CG (CGh) et de la différence entre la projection verticale du CG et le CP (CPCG). Une des questions intéressantes concerne l'aptitude relative des sujets à mieux contrôler les composantes élémentaires (CGh ou CP-CG) données en rétroaction que la trajectoire résultante du CP.

## Incidence de la nature du mouvement donné en rétroaction sur la performance posturale

**POSTURE****Richard Sartène**

Dans ce travail, nous avons étudié les effets à court terme et à long terme de la consommation de tabac sur l'équilibre postural. Le maintien de la posture d'un sujet en position orthostatique est lié au bon fonctionnement des boucles de régulation entre les capteurs plantaires, articulaires, vestibulaires... et la commande motrice. Une diminution d'efficacité de ces boucles va se traduire par une instabilité de l'équilibre postural.

Nous avons mesuré les déplacements du point d'application de la résultante des forces de réaction du sol sur les pieds, appelé centre de pression (CP) ; les fluctuations du CP assurant le maintien en équilibre du sujet debout. L'amplitude et la vitesse de ces déplacements sont des indicateurs de l'efficacité des boucles de régulation.

Nous avons réalisé deux protocoles expérimentaux, les sujets étant enregistrés sur une plate forme de forces pendant 120 secondes.

Le premier protocole étudie les effets à long terme (échelle de l'année) de la consommation de tabac et le second les effets à court terme (échelle de la minute).

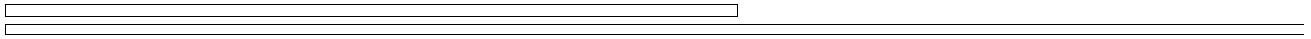
Le protocole 1 porte sur un groupe homogène de 20 sujets (10 F et 10 NF) sans aucun antécédent médical (âge =  $22 \pm 1,2$  années, tabac =  $1,5 \pm 0,5$  pA). On observe une augmentation significative ( $p < 0,01$ ) de l'amplitude ( $5,5 \pm 0,7$  mm pour les NF à  $8 \pm 0,7$  pour les F) et également de la vitesse ( $8,5 \pm 0,3$  mm/sec pour les NF à  $12,2 \pm 0,6$  mm/sec pour les F). Ces augmentations montrent une plus grande instabilité posturale chez les sujets fumeurs.

Le protocole 2 porte sur 12 sujets fumeurs : 6 jeunes (âge =  $21,5 \pm 1$  année, tabac =  $1,4 \pm 1$  pA) et 6 plus âgés (âge =  $52 \pm 5$  années, tabac =  $25 \pm 5$  pA). Ce protocole étudie l'effet de fumer une cigarette après un arrêt de 2 heures, sur le maintien de l'équilibre. Les sujets sont enregistrés avant de fumer leur cigarette (T0), une minute après avoir fumé (T1) et 15 minutes après (T2). On observe une nette augmentation des variables de posture (amplitude et vitesse) entre T0 et T1 ( $p < 0,001$ ) et une diminution de ces mêmes variables entre T1 et T2 ( $p < 0,001$ ). Ces résultats confirment l'effet rapide activateur de la nicotine sur le motoneurone  $\alpha$  et l'effet relaxant secondaire par retro contrôle de l'activité  $\alpha$  par le circuit de Renshaw.

Par ailleurs, on observe un effet sujet très important entre les jeunes fumeurs et les fumeurs plus âgés. Les variations de ces mêmes paramètres sont trois fois plus importantes chez les sujets jeunes ( $p < 0,001$ ).

Dans ce second protocole, nous avons mesuré en parallèle la fréquence cardiaque (FC) dans les trois conditions T0, T1, T2. On observe que FC1 est plus élevée que FC0, ce qui confirme les résultats déjà connus, mais avec une

différence inter groupes importante. Les sujets jeunes montrent une sensibilité trois fois plus importante. Ce résultat concernant la forte sensibilité des jeunes et la tolérance des sujets plus âgés est discuté à la lumière des résultats obtenus par une mesure complémentaire de la tension artérielle périphérique pour quelques sujets des deux groupes.



## Examen clinique posturologique

**Philippe Villeneuve, Alfredo Marino, Joël Lemaire**

Sylvie Villeneuve-Parpay et Pierre Marie Gagey

Avant d'envisager l'examen clinique posturologique, il convient de faire de brefs rappels sur le traitement posturologique qui en découle. Tout d'abord, le but du traitement est d'équilibrer le patient par rapport à l'environnement et par rapport à lui-même, ceci doit avoir pour effet de traiter les troubles fonctionnels posturaux. Il faut, également, se souvenir que les traitements comprennent de façon quasi systématique, deux parties. La première que nous appelons « déparasitage » permet de neutraliser rapidement la ou les dysfonctions nociceptives ; les dysfonctions les plus courantes se situent au niveau plantaire, dentaire, oculaire, proprioceptif et viscéroceptif. Le traitement est effectué alors par le praticien compétent en fonction de la ou des zones nociceptives. La seconde partie ou reprogrammation posturale s'effectue grâce à des informations de faibles intensités stimulant quelques mois durant uniquement un organe sensoriel (oeil, pied ou bouche) afin de modifier le schéma postural du patient.

Les tests cliniques permettent d'examiner le tonus musculaire et ses variations en fonction de différentes situations, par exemple comparer le patient en position neutre, puis en occlusion des yeux ou des dents ou alors la plante des pieds reposant sur une surface dure ou mousse. Ceci permet de révéler les dysfonctions nociceptives qui peuvent être infra-liminaires (Priplata A et al 2003), mais si elles sont répétées (Baron 1953), bien, « qu'à première vue, elles ne semblent avoir que des « effets » localisés, d'un caractère assez bénin, elles sont susceptibles de provoquer des répercussions importantes et apparemment sans liaison avec elles, du fait de leur éloignement » (Ledos 1956). Pour les mettre en évidence le clinicien devra utiliser une batterie de tests cliniques, si possible reproductibles. Un examen minutieux révélera généralement un nombre conséquent de perturbations, il ne convient pas de toutes les traiter. Il faudra examiner le poids respectif de chacune et les comparer, pour ne retenir et traiter que les principales (Chauffour 1985, 2003).

André Thomas proposait d'évaluer le tonus en notant la position des repères osseux de chaque segment (examen posturostatique) mais également en testant la résistance que nos muscles opposent à l'étirement (examen posturocinétique), phase prépondérante de la clinique posturologique, Fukuda (1957) nous a en effet appris que le tonus postural s'exprime à travers le mouvement. Pour les praticiens plus expérimentés, il nous semble qu'un examen palpatoire sensoriel doit compléter l'investigation. En plus de mettre en évidence les dysfonctions posturales, l'examen clinique permet de classifier le type de patient postural. Ceci est fondamental car le traitement sera différent si le patient est en tactique de hanche ou de cheville ou encore s'il présente un véritable syndrome de déficience posturale (systématisé) ou pas (localisé). Enfin, l'examen clinique nous servira à déterminer le traitement postural, orienter le patient vers le thérapeute correspondant aux dysfonctions mises en évidence et à vérifier les propositions thérapeutiques.

L'examen clinique est la phase capitale de tout traitement postural, en effet, les thérapeutiques posturales à employer seront déterminées en fonction des tactiques posturales (cheville, hanche), du type de dysfonctions (systématisée ou localisée), de la localisation des zones nociceptives et de leurs importances. L'examen clinique permettra également de vérifier l'efficacité des traitements et d'en contrôler les répercussions.

---

### B. Mathurin (Blois)

Le test des rotateurs, mis au point par CONSTANTINESCO, AUTET en 1984, a subi; au cours des années de nombreuses modifications tant sur le fond que dans la forme. Bien que souvent critiqué, il demeure un outil diagnostique très employé de par sa rapidité d'exécution et d'interprétation.

Un groupe d'étudiants et d'enseignant du Collège Ostéopathique Français a mené une réflexion sur les variables de la mise en oeuvre de ce test. Il en ressort:

- Deux types de patients classés selon des critères de relachement, de non douleur, de compréhension des consignes, d'intégrité articulaire des membres inférieurs.

- La détermination de l'asymétrie tonique est reproductible d'un examinateur à l'autre.

- La constatation d'un équilibre tonique suggère les limites de fiabilité du test.

- La version oculaire perturbe les résultats.

- La rotation axiale des membres supérieurs est sans effet.

- L'équilibre postural de l'examineur influence les résultats.

Cet exposé, compte tenu du faible nombre de cas, n'est qu'une ébauche d'un travail scientifique qu'il serait bon de mener -, afin de valider ce test pour le plus grand bénéfice des cliniciens qui l'utilisent.



## **Vieillesse des fonctions somesthésiques : plasticité des représentations corticales**

**liée à l'expérience individuelle et capacités de discrimination tactilo-kinesthésique.**

*C. Xerri, J.O. Coq, Y. Zennou-Azogui et A-H Clugery*

Neurobiologie Intégrative et Adaptative, Université de Provence/UMR CNRS 6149, Marseille.

Le processus de sénescence s'accompagne de modifications physiologiques, biochimiques structurales et métaboliques qui affectent de manière non linéaire et non uniforme les différentes régions du cerveau, ainsi que les fonctions qu'elles sous-tendent. S'agissant des fonctions somesthésiques, on admet généralement que le vieillissement affecte plus particulièrement les mécanorécepteurs et les voies périphériques. Cependant, les effets du vieillissement sur les processus d'intégration centrale des informations somesthésiques et sur les capacités de discrimination tactile sont encore mal connus.

### **Remodelage des cartes somesthésiques au cours du vieillissement**

Les études sur le vieillissement montrent des différences interindividuelles notables au cours de la sénescence. Ces différences sont déterminées par des facteurs génétiques, mais elles sont également liées au régime nutritionnel, au stress, ainsi qu'aux activités intellectuelles et physiques des individus. L'exploration du fonctionnement cérébral chez l'animal et chez l'homme montre que les représentations sensorielles des aires primaires du néocortex, comme les cartes somatotopiques, sont dotées d'une capacité de réorganisation étroitement dépendante de l'expérience sensorimotrice. Ces représentations constituent des empreintes idiosyncrasiques qui témoignent de l'expérience des individus. Leur malléabilité, qui atteste d'une plasticité des propriétés d'intégration sensorielle des aires corticales, reste remarquable chez l'adulte. Nous nous sommes intéressés à l'influence de l'expérience sensorimotrice sur le remodelage de ces représentations somesthésiques, au cours du vieillissement. Cette étude a été conduite au moyen d'une technique de cartographie électrophysiologique chez des rats élevés en environnement enrichi ou appauvri en stimuli sensoriels.

Nos résultats montrent que les propriétés d'organisation spatiale des cartes somatotopiques (topologie, résolution) et d'excitabilité neuronale aux entrées sensorielles cutanées ou proprioceptives sont étroitement dépendantes de la nature des activités comportementales et de leur évolution au cours du vieillissement. La carte de la patte antérieure présente une « géographie » et une résolution spatiale différentes selon que le répertoire comportemental de l'animal favorise des activités d'exploration de l'environnement physique et social (larges zones corticales cutanées, petits champs récepteurs) ou de maintien postural (zones cutanées réduites, champs récepteurs larges; expansion des zones de représentation proprioceptive). Les modifications des cartes somesthésiques liées au vieillissement ne se produisent pas selon un déroulement linéaire. Elles se manifestent précocement (7-8ème mois) et tendent à se stabiliser ultérieurement. Elles semblent corrélées à une réduction de la motilité et de l'activité exploratoire, plutôt qu'à un processus dégénératif.



# COMPARAISON ENTRE DIFFERENTS ELEMENTS DE NEUTRALISATION DE L'EPINE IRRITATIVE D'APPUI PLANTAIRE.

JANIN MARC, **Podologue, 7 rue de tréguel, 86000 POITIERS.**

**Introduction** : Le système postural d'aplomb a différentes entrées : vestibulaire, visuelle, proprioceptive et podale. En tant que podologue nous intervenons dans la correction des différentes dysfonctions du système postural par l'intermédiaire de l'entrée plantaire au travers de la mise en place d'orthèses. Ces dernières corrigent les déformations et les pathologies podales. L'objectif étant de redonner une fonctionnalité d'intégration sensorielle à ce capteur. Sur l'ensemble des pathologies qui influencent le système postural d'aplomb, une attire particulièrement notre attention: l'épine irritative d'appui plantaire inconsciente (EIAPI Villeneuve-Parpay, Jongit & Villeneuve, 1995). Elle se définit par la variation au test posturodynamique entre le sol dur et le sol mousse (Lepork & Villeneuve, 1996). La correction par des éléments de neutralisation a été étudiée en dynamique chez les marcheurs (Janin, 2002) rapportant une amélioration lors de la mise en place d'une correction en arrière de cette EIAPI. D'autres études rapportent les modifications induites soit par des stimulations soit par des neutralisations plantaires comme la mousse de lastabilométrique (Gagey & Weber, 1999 ; Le Normand & Percevault, 2000 ; Rouchon & Janin, 2003 ; Rousselet, Poupart, Janin, & Sarténe, 2003 ; Weber & Gagey, 1998 ; Weber, Nouhet, Baudin, Villeneuve-parpay, Villeneuve, 1998) et de podométrie (Janin 2003 ; Lepork , 2000).

**Objectif**: nous avons réalisé une étude prospective sur l'effet de la neutralisation de EIAPI par l'intermédiaire de la posturographie couplée à la podométrie.

**Matériels et méthodes** : Ainsi 10 sujets : 6 femmes et 4 hommes ont été sélectionnés porteurs d'EIPAI (Lepork & Villeneuve, 1996 ; Villeneuve-Parpay, et al., 1995).

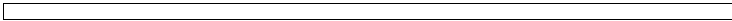
Le couplage de chez MEDICAPTEUR a été retenu pour enregistrer la surface, la longueur et le LFS, du statokinésigramme ainsi que la surface et la répartition D/G & AV/AR des appuis au sol. La neutralisation de l'EIAPI a été réalisée par l'intermédiaire de matériaux de chez PODISER : le PODITECH de 3mm (mousse) sur la zone (SR) et du PODIEVA de 3 mm (dur, 60 sch) en arrière de la zone (RZ).

**Procédure** : Le sujet était positionné dans un référentiel pieds à 30° comportant des encoches latérales pour le repérage anatomique et positionnement des stimulations. Le passage des éléments (N, RZ, SZ) a été déterminé par randomisation. Les enregistrements (51,2s à 40Hz) ont été répétés 3 fois. Une ANOVA et tests de Newman-Keuls ont été réalisés.

**Résultats** : Les éléments entraînent des variations satbilométriques avec une augmentation de la longueur et une diminution de la surface plus importante pour SZ que pour RZ ( $p < 0.05$ ). Au niveau podométrique, la surface est augmentée par RZ plus que par SZ ( $p < .01$ ). Les répartitions dte/gche et av/ar sont décalées par SZ alors qu'elles sont recentrées par RZ ( $p < 0.01$ ). Le LFS est augmenté par SZ ( $p < 0.01$ ).

**Discussion** : En comparant ces résultats, les éléments entraînent des variations de la surface et de longueur. Ils influencent la régulation de la posture différemment entre RZ et SZ. Cependant RZ aurait tendance à normalisé plus de paramètres alors que SZ influencerait plus la surface du statokinésigramme. Ils apparaît en conformité avec la littérature que RZ possède un impacte posturologique et podométrique qui permettrait de le retenir en première intention clinique mais il est souhaitable de compléter l'analyse du sujet par l'étude des différents tests cliniques pour obtenir le meilleur choix thérapeutique.

«

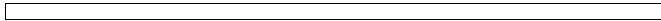


**Existe-t-il une influence de la nociception podale sur la posture ? Etude prospective  
sur les patients porteurs de durillons**

**JY Cornu, R Pellaton, C Blum**

Nous avons une pathologie courante qui génère des douleurs à l'appui , connue sous le terme générique de durillons, même si ce terme recouvre des situations physiopathologiques très différentes. Les patients qui en souffrent trouvent chez le pédicure-podologue une première réponse sous forme de cure et d'excision du ou des durillon(s). La zone concernée est généralement intégrée par le patient comme une zone à exclure partiellement ou totalement de l'appui, objectif d'ailleurs recherché par la semelle correctrice ou palliative que le podologue sera souvent amené à réaliser. La question qui reste posée est la suivante : si pour une estimation donnée de la douleur d'appui avec durillon (test monopodal avec mesure simultanée de la douleur par EVA) le sujet adopte une conformation telle que caractérisée en podométrie sur son pied, que devient la douleur dans les mêmes conditions d'appui et que devient l'utilisation de l'appui plantaire après cure ? Autrement dit parallèlement assiste-t-on à une évolution simultanée de la douleur provoquée, de la mise en charge de la zone concernée ; pour des raisons mécaniques mais aussi proprioceptives l'exclusion ou au contraire l'utilisation de la surface plantaire ont des répercussions sur la régulation posturale. Que peut - t - on décrire ? Cette étude prospective est basée sur des observations expérimentales, reproductibles.

Ila



# LE PORT D'ORTHESES PLANTAIRES MODIFIE LES STRATEGIES DE CONTROLE POSTURAL SUR LES SUJETS SOUFFRANT DE LOMBALGIES.

***Loetitia Berger, Sabine Pasquier, Patrick Peyratout\*, Patrice Rougier***

Laboratoire de modélisation des activités sportives

Campus scientifique 73376 Le Bourget du lac Cedex

• orthésiste - podologue 73 000 Chambéry

## INTRODUCTION

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence les effets immédiats du port d'orthèses plantaires sur le contrôle postural de sujets souffrant de lombalgies.

## METHODES

12 sujets adultes âgés de  $43,8 \pm 10,6$  ans se sont portés volontaires pour participer à cette étude. Après un examen podal une paire de semelles est fabriquée sur mesure\*.

La performance posturale a été évaluée par la mesure des déplacements du CP en condition yeux fermés à l'aide d'une plate-forme de force dans deux conditions expérimentales avec ou sans les semelles sous les pieds nus. Par une relation biomécanique, les trajectoires du CP ont ensuite été décomposées en deux mouvements élémentaires : les mouvements horizontaux du centre de gravité (CGh), variable contrôlée par le système nerveux central et la différence CPCGv qui reflète l'activité musculaire globale.

## RESULTATS

Selon la direction médio-latérale (ML), les amplitudes de CP-CGv sont statistiquement

diminuées par le port d'orthèses ( $p < 0,05$ ). Cette diminution signifie que les accélérations communiquées au CG sont moindres, et suggère une diminution des moyens neuromusculaires mis en jeu qui correspondent aux mouvements de hanches.

Selon la direction antéro-postérieure (AP), les amplitudes de CP-CGv et CG h sont

statistiquement plus élevées ( $p < 0,05$ ) suggérant une utilisation plus grande de la stratégie de chevilles lors du port des orthèses.

## CONCLUSION

Le port d'orthèses plantaires apparaît diminuer les mouvements latéraux et par la même l'utilisation de la stratégie de charge - décharge des appuis. Ceci suggère une diminution de la mise en jeu des muscles lombaires et expliqueraient le soulagement ressenti par les patients.

\* Semelles réalisées en matériau composite à mémoire de différentes densités, moulées et ajustées aux galbes de la voûte plantaire. Matériaux et concept réalisées par la société

**SIDAS (Z.A. Le Parvis - 38500 VOIRON)**

nn

---

# L'ÉCARTEMENT DES PIEDS MODIFIE LES STRATÉGIES DE CONTRÔLE POSTURAL

***Loetitia Berger, Patrice Rougier***

Laboratoire de modélisation des activités sportives

Campus scientifique 73376 Le Bourget du lac Cedex

## INTRODUCTION

L'objectif est de déterminer si l'écartement des pieds en posture érigée modifie les mécanismes du contrôle postural.

## MÉTHODES

10 sujets adultes sains volontaires ont participé à cette étude. La performance posturale a été évaluée par la mesure des déplacements du centre des pressions (CP) en condition yeux fermés à l'aide d'une plate-forme de force dans trois conditions expérimentales, une condition de référence (REF) pieds séparés de 3 cm, une position écart (EC) pieds séparés de 9cm, et une position pieds joints (PJ). Le CP a ensuite été analysé par une modélisation en mouvement Brownien fractionnaire (mBf) qui permet d'appréhender la nature des mécanismes du contrôle postural et les limites spatio-temporelles dans lesquelles ces mécanismes opèrent.

## RÉSULTATS

Les variogrammes correspondant à la distance parcourue ( $\langle Dx^2 \rangle$ ) par le CP pendant des intervalles de temps (Dt), révèle deux portions successives caractérisant deux mécanismes de contrôle distincts. Les limites spatio-temporelles de ces variogrammes sont modifiées par la position des pieds. Selon la direction médio-latérale (ML), l'intervalle de temps nécessaire à la mise en place d'un nouveau mécanisme de contrôle est plus court pour les conditions PJ et EC

comparativement à la condition REF ( $p < 0,05$ ). Cependant, selon cette même direction, les  $\langle Dx^2 \rangle$  parcourues par le signal pendant cet intervalle de temps sont augmentées en condition PJ vs REF ( $p < 0,01$ ) et diminuées en condition EC vs REF ( $p < 0,01$ ). De plus, selon la direction antéropostérieure, les  $\langle Dx^2 \rangle$  ont également augmentées en condition PJ par rapport à la condition REF ( $p < 0,05$ )

## CONCLUSION

L'écartement des pieds modifie principalement les mouvements selon la direction ML et par la même l'utilisation de la stratégie de hanche.

# ***Chez l'enfant, des paramètres stabilométriques à partir des sabots dynamiques de posture***

***de M. Ouaknine prédisent à la latéralité manuelle.***

**Bourgeois Pascal**

L'objet de cette présentation est d'étudier les relations que présentent la latéralité manuelle et les paramètres stabilométriques recueillies à partir de la plate-forme recomposées de M. Ouaknine qui permet d'étudier les paramètres standards mais aussi séparés des deux pieds. La latéralité manuelle peut-elle se repérer à partir des paramètres d'enregistrement de l'équilibre ? Les paramètres séparés des pieds droit et gauche nous donnent-ils une meilleure indication ? Chez l'adulte la latéralité manuelle ne semble **pas** avoir de lien avec aucun des paramètres standards. Qu'en est-t-il chez l'enfant ?

## **2 Méthode**

172 enfants (81 garçons G et 78 filles F) de 8 ans et 11 mois + 0,3 ont été systématiquement enregistrés dans des conditions normalisées sur une plate-forme 40/ 16. (155 droitiers : 81 G et 78 F et 17 gauchers : 13 G et 4 F). Ainsi, l'ensemble des paramètres standards mais aussi à gauche et à droite ont pu être recueillis et comparés. Bourgeois et Ouaknine (2001)

La latéralité manuelle a été définie à partir de l'utilisation par les enfants de gestes fins précis (se coiffer). Nous avons préféré utilisé cette variable plutôt que celle définie par la main qui sert à écrire sur laquelle la prégnance d'un apprentissage peut être considérable. (les 3 enfants réellement ambidextre ont été supprimés de cette étude)

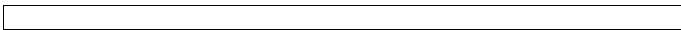
## **3 Résultats**

A partir d'une analyse en composante principale, nous avons réuni l'ensemble de ces facteurs stabilométriques (yeux ouverts et yeux fermés) (Surface, Longueur, LFS, VFY, Vitesse, Romberg, X, Y, Pente, Pied moteur: standards, droit et gauche) pour créer une seule variable (Factoriel 1). Il ressort, à partir d'une analyse en régression linéaire, que **la latéralité seule** peut prédire ces paramètres à  $p = 0,00026$ . 3.2 Sur chaque paramètre stabilométrique A partir d'une régression multiple, la latéralité manuelle chez l'enfant de 9 ans peut être prédite à  $P = 0,004$  à partir des paramètres que sont la LFS (longueur en fonction de la surface) la VFY (variation en fonction de Y) la Longueur du stabilogramme (Long), la vitesse d'excursion de la projection du centre des pressions (Vit). La corrélation multiple est alors de  $RZ = .21$  ;  $(F(18,153)=2,21$  ;  $N=177$

Nous présenterons, lors de notre exposé, les résultats univariés significatifs entre la latéralité manuelle et chacun des paramètres (standards, droits et gauches), (les yeux ouverts et les yeux fermés).

#### 4 Conclusion

La latéralité manuelle seule est étroitement liée avec les paramètres Vitesse, Longueur, LFS et VFY. Nous remarquons, enfin, que les paramètres du côté droit sont plus étroitement en relation que ceux du côté gauche et les yeux ouverts davantage encore que les yeux fermés. Chez l'enfant, les paramètres standards sont aussi révélateurs. Aucun autre paramètre stabilométrique, ni même le pied pilier ou le pied moteur qui représente une autre forme de la Latéralité n'est lié avec la latéralité manuelle.



# L'APPORT DU CHAUSSON DE GYMNASTIQUE MODIFIE T' IL LA STATIQUE ? ETUDE SUR QUINZE GYMNASTES

*PHILIPPE DANTEC*

Service de Médecine du Sport Hôpital ST JACQUES 85, rue de St Jacques 44200 Nantes

La gymnastique est sport d'équilibre par définition. La recherche d'une position stable lors d'une réception de saut ou de figure sollicite des afférences exocentrées visuelles et égocentrées (vestibules et podales) . Le choix préférentiel de l'appui pied nu est souvent motivé par une impression de « perte de sensation » avec le chaussant pourtant protecteur de la sole plantaire. Une étude sur plate-forme stabilographique a comparé les deux conditions plantaires.

Quinze gymnastes de niveau interrégional ont été recrutées. Les mesures sont réalisées sur une plate-forme normalisée de stabilographie statique (QFP systèmes) avec une fréquence de mesure de 5Hz et une durée de 51.2 s . Les mesures étudiées (surface, longueur du fil , LFS, x moyen, y moyen) seront comparées suivant la référence visuelle (yo versus yf) et suivant la condition plantaire (chaussée ou nu-pieds) par utilisation d'un test T de Student et jugés significatifs pour  $P < 0.05$  .

Les résultats, cohérents avec la Littérature montrent le poids de l'entrée visuelle dans ce sport avec une augmentation significative de la longueur du parcours et du LFS à la fermeture oculaire avec et sans chaussons . La comparaison entre les deux situations plantaires ne révèlent pas de différence les yeux ouverts . Les yeux fermés, une antériorisation significative est notée avec les chaussons ainsi qu' une diminution du LFS .

La pratique gymnique avec chaussons a été souvent l'objet de critique car suspectée de diminuer les informations plantaires. Au vu des résultats Le chaussant, protecteur des structures extéroceptives n'a donc posturalement pas à souffrir de ces comparaisons avec le même pied nu qui lui, est souvent mal protégé des agressions du sol.

---

**Rôle probable d'une asymétrie posturale habituelle dans la genèse des hémicrâniés et  
des algies faciales non lésionnelles.**

**Boguet J., Biannic G., Leclerc D., Payenneville G., Guillem P., Bohu P.-A.**

**Clinique Saint Hilaire 76000 Rouen.**

Dans une première étape publiée dans un travail antérieur (céphalgie 1969) nous avons mis en évidence l'existence d'un couple musculo-ligamentaire algogène, latéralisé du côté symptomatique constitué d'un groupe de fibres tendues du trapèze, situé derrière l'arrondi de l'épaule et d'un de leurs points d'insertion, très sensible à la pression digitale situé sur l'apophyse épineuse de C2. Ce couple latent dans les hémicrâniés migraineux (HM), deviendrait patent dans les céphalées cervicogéniques (CC) de Sjaastad et les névralgies occipitales latéralisées (NOL) non lésionnelles.

Ayant remarqué la constance des postures latéralisées couramment utilisées, nous avons entrepris de tester la convergence de site entre le côté d'appui préférentiel podal ou fessier, avec celui de la main dominante et celui de l'hémicrânie dans une population de 300 patients: 169 (HM) avec ou sans aura - 75 (cc) - 32(no) - 12 algies orofaciales essentielles (AOF) - 10 algies vasculaires de la face (AVF) comparés à 25 sujets témoins. Le niveau de vigilance et de stress furent notés avec l'échelle de Hamilton. La tension comparée des muscles axiaux est observée au test des pouces montants.

Les résultats démontrent la fréquence des appuis podaux et fessiers latéralisé du même côté (côté pilier) = 68p.100 chez les sujets témoins ; ce côté correspondant à celui des symptômes

HM = 87 p.100 - CC = 93p. 100 - NO = 94 p.100- AOF = 92 p. 100- AVF = 100 p. 100. Le côté de la main dominante n'est pas déterminant lorsqu'il est opposé au côté pilier. La douleur latéralisé cervicale spontanée ou provoquée est corrélée au côté de l'appui, à la tension axiale ipsi-latérale et au niveau de vigilance.

La convergence de latéralité entre les appuis posturaux et les hémicrâniés observées est très significative, laisse sous entendre une implication de la musculature posturale axiale à dominante cervicale ainsi qu'une sensibilité particulière des voies cervico-trijéminalées ipsilatérales. Cet ensemble de données mérite d'amples développements.

---



# **Apport de l'analyse spectrale sur la détermination des adaptations cardiaques et posturales lors d'un stress orthostatique.**

Aurélien Pichon & Marc Janin

Laboratoire d'Analyse de la Performance Motrice Humaine, Faculté des Sciences du Sport, UPRES EA 2253, 4 allée Jean Monnet, 86000 POITIERS, France.

## *Introduction*

Lors d'un stress orthostatique différents paramètres physique et physiologique sont sollicités pour effectuer l'ensemble des régulations et afin de conserver la posture debout. Les oscillations posturales rendent compte de cette adaptation de même que l'analyse spectrale de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) permet une identification des différents mode de régulations du système nerveux autonome. En effet, l'implication des différents systèmes de régulation de la postures peut être mis en évidence par la décomposition des excursions du centre de pressions (Erreur ! **Source du renvoi introuvable.**). L'analyse spectrale des déviations du centre de pression révèle la prédominance d'une entrée régulatrice préférentielle du système postural d'aplomb (Erreur ! **Source du renvoi introuvable.**). Par ailleurs, l'analyse spectrale de la VFC permet de quantifier les oscillations de basse (LF) et de haute fréquence (HF) et d'estimer ainsi les modifications de la balance sympathique/parasympathique au repos ou au cours d'un stress orthostatique (Erreur ! **Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

## **Objectifs**

Au cours de cette étude nous avons cherché à comparer l'effet d'un stress orthostatique sur les adaptations cardiovasculaires et posturales et à identifier les éventuels modes de régulation analogues. Nous avons donc étudié les fluctuations induites par un stress orthostatique simultanément sur la VFC et sur les modifications du statokinésigramme en utilisant une analyse spectrale par transformé rapide de Fourier (FFT).

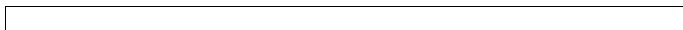
## *Méthodologie*

Neuf jeunes sujets de référence ( $23 \pm 4$  ans), sans pathologies cardiovasculaire ou articulaires ont accepté de participer à cette étude (4 femmes). La posturographie orthostatique de repos a été déterminée pour chaque sujet sur une plate-forme (MEDICAPTEUR) avec un référentiel pied à  $30^\circ$  et durant une période de 3 minutes. Puis une phase de décubitus de 10 minutes a été conduite permettant l'acquisition d'une série d'intervalles RR de repos. Le statokinésigramme était également mesurée lors du retour à la position vertical du sujet (test orthostatique). Les enregistrements de la série d'intervalles RR et de la posturographie étaient simultanés pendant une période de 3

minutes. Les intervalles RR étaient enregistrés en continu du (POLAR Vantage NV, Finlande) et analysés (HRV Analysis Software 1.1 for Windows) par transformé rapide (FFT) et à court terme (STFT) de Fourier pour déterminer les composantes de LF (0.045-0.15 Hz) et de HF (0.15-0.4 Hz) (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Les bandes de fréquence ont été exprimés en unité normalisé (u.n.). La plate forme de posturographie était calibrée sur une fréquence d'enregistrement de 40Hz. Les oscillations stato-dynamiques étaient également analysées par FFT et décomposés en bandes de fréquences. La bande comprise entre 0 et 0,5 Hz (bande de basse fréquence LF) correspond au système vestibulo-oculaire et cutané plantaire, celle comprise entre 0,5 et 2Hz représente la régulation centrale et la bande audessus de 2 Hz identifie la proprioception et les réflexes musculaires (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**).

## Résultats

Après le test orthostatique, nous avons observé une augmentation significative de la bande de LF pour les enregistrements stabilométriques mais aucune variation des autres bandes de fréquence (Fig. 1). Il se produit également une augmentation significative des indices de la modulation sympathique de la FC (LF u.n., Fig. 1 et rapport LH/HF) et une diminution significative des indices de la modulation parasympathique (HF u.n.).



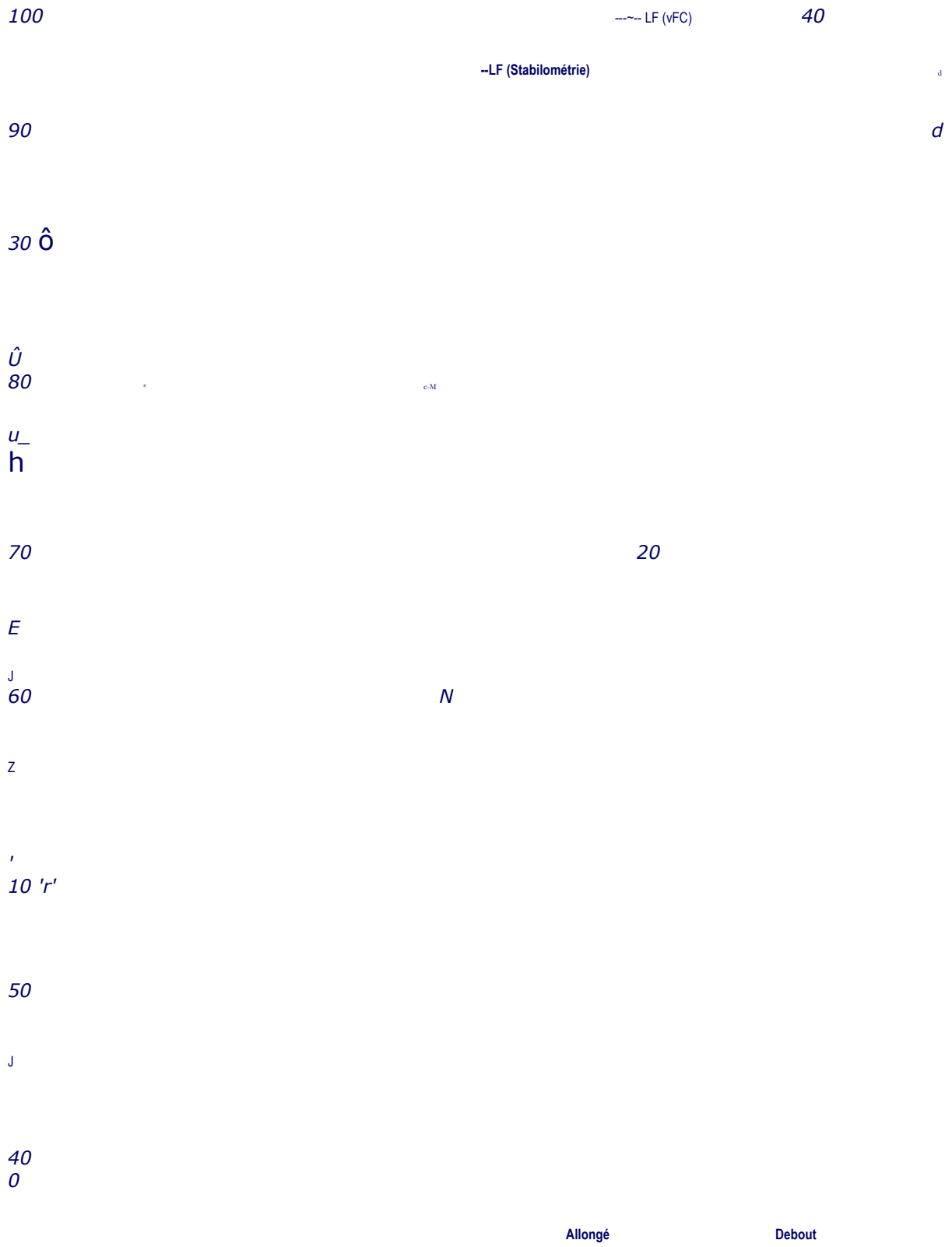


Figure 1 : Evolution des bandes de basses fréquences (LF) enregistrées au cours d'un test orthostatique et estimé par analyse spectrale des signaux stabilométriques (LF <0.5 Hz/mm<sub>s</sub><sup>2</sup>) et cardiaques (LF u.n.). \* : p<0.05 / valeur allongé.

### Discussion

Le stress du passage de la position en décubitus à la position orthostatique entraîne une adaptation posturale et du système de régulation centrale. Cette adaptation concerne l'ensemble des entrées régulatrices de la posture et les modifications de la balance SNS / SNP au niveau cardiaque. L'analyse spectrale par FFF montre une différence significative dans la bande des LF entre le prés et post test quelque soit le signal étudié. L'amplification des signaux dans cette bande LF (stabilométrie) suggère un recrutement plus important des informations sensorielles issues des systèmes régulateurs oculo-vestibulaire, plantaire en corrélation avec le système de régulation centrale par l'activité du SNS. Son activité renforcée décale le spectre fréquentiel des basses fréquences au niveau posturographique. Cette augmentation d'activation a pour objectif, à long terme, de conserver la posture érigée. L'accroissements des signaux permet l'identification d'invariants et de référentiel sur lesquels la régulation posturale va s'établir pour conserver de façon efficace la posture debout. Cette réaction d'alerte, face au stress, met en jeu l'activation du SNS et des capteurs posturaux. Au niveau de la VFC on identifie une activation du SNS afin de favoriser les ajustement cardiovasculaires nécessaires à la position debout. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle un patron oscillateur commun à l'ensemble des systèmes montre une prépondérance des oscillations en LF lors du retrait vagal et de l'activation sympathique (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette sélection à la source des messages pertinents de régulation centrale et sensorielle, pour une réponse similaire, est retrouvée au travers de l'analyse spectrale des deux signaux.

## *Conclusion*

L'analyse spectrale de la VFC et de la stabilométrie révèle que le mode de régulation est identique et met en jeux de systèmes de régulation de basse fréquence, de façon à ajuster au mieux la réponse de l'organisme au stress orthostatique.

## Avec la participation des laboratoires

Ab services	55 bd de la cayolle	F13009 Marseille	04 91 72 33 13
Biogesta	350, rue arthur brunet	F 59220 Denain	03 27 44 02 38
Dune Sa	rue des vosges, ZI de la Glacière	F 90150 Faussemagne	06 13 51 40 42
<b>Erie Lomain Bottier</b>	15/17 avenue Ledru Rollin	F 75012 Paris	0143436072
H D S	7 impasse des ortinières	F 37260 Artannes su Indre	02 47 73 22 13
<b>Holiste laboratoires et développement</b>	le port	F71110 Ataix	03 85 25 29 27
<b>Cinier.B</b>	622, zi des eaux blanches	F 34200 Sète	04 67 48 81 40
Podiser	zi ghislenghien, 5a rue des Gaulois	B 7822 Meslin-l'Évêque	(32) 685 72 172
Satel	6 rue du limousin	F 31700 Blagnac	05 34605265
<b>Société Médi capteurs</b>	les espaces de Balma 18 av Charles de Gaulle	F 31138 Balma cedex	05 62 57 15 71
<b>Soderel médical</b>	10, rue du côleau zi ouest	F 54180 Heillecourt	03 83 55 66 60
Synapsys	technopole Chateau Gombert rue Paul Langevin	F 13013 Marseille	04 91 11 75 75
<b>Techno concept</b>	cours Aristide Briand	F 04280 Cereste	04 92 790 856