

Régulation du tonus postural par informations podales

par Philippe VILLENEUVE

(Conférence aux Entretiens

de Podologie 1988)

A — POSTURE ET GRAVITE

Notre posture dépend en grande partie de la gravité ; pour s'en persuader, il suffit d'observer les cosmonautes après des vols spatiaux de longue durée. Par exemple, après « 237 jours » : (photo 1), les cosmonautes de Saliout VII avaient grandi de 3 à 4 cm, perdu du poids, leurs muscles extenseurs étaient devenus paresseux alors que leurs fléchisseurs, eux, avaient pris le relais, ce qui entraîna une position fœtale de repos. Outre la fonte musculaire, la diminution du volume cardiaque, les problèmes de coordination, leur physiologie se trouva modifiée : fragilisation osseuse, perte de plusieurs grammes de calcium par jour, diminution du plasma sanguin, des globules rouges et des défenses immunitaires (Express du 20-10-87 : l'homme sans gravité). (Photo 2).

On s'aperçoit alors de l'importance de cette force universelle qui, non seulement sculpte notre corps, mais également régit le jeu des planètes.

Se pose alors la question : comment l'homme s'adapte-t-il à la gravité ? Une des réponses : il possède un système anti-gravifique, le système postural. (Photo 3).

B — LE CONCEPT DE SYSTEME POSTURAL

C'est un système automatique qui assume la contrainte de maintenir le corps au voisinage d'une position fixe définie par rapport à l'environnement à condition que les perturbations qui écartent de cette position fixe soient de faible amplitude, de l'ordre de 1 à 4 degrés. (Photo 4).

Le terme de « système » utilisé dans la définition implique les notions d'entrée et de sortie du système.

La sortie du système postural est précisément le maintien du corps au voisinage d'une position fixe.

Les entrées sont des capteurs sensoriels qui permettent de recueillir des informations soit venant du monde extérieur, ce sont les exocapteurs, soit venant de notre propre individu, ce sont les endocapteurs.

Les exocapteurs nous renseignent sur notre position par rapport à l'environnement. Les principaux sont l'œil, l'oreille interne, le pied : ce sont les entrées primaires du système postural.

Les endocapteurs nous informent sur la position d'une partie de no-

tre corps par rapport aux autres parties du corps. De plus, ils relient les différentes entrées primaires entre elles, ce sont les entrées secondaires du système postural. Celles habituellement décrites sont les petits muscles spinaux du rachis et les muscles oculaires extrinsèques.

Les entrées primaires

- L'entrée visuelle permet la stabilité posturale pour les mouvements antéro-postérieurs grâce à la vision périphérique. Par contre, sur les mouvements droite-gauche, la vision centrale devient prédominante.

- L'entrée vestibulaire est spécifique de l'équilibration ; elle comprend un système semi-circulaire et un système otolithique. (Photo 6).

Le système semi-circulaire est un ensemble de trois canaux arciformes situés dans trois plans perpendiculaires entre eux, sensibles aux accélérations angulaires (rotation de la tête).

Le système otolithique est contenu dans deux vésicules : le sacule et l'utricule, sensibles à la pesanteur et à l'accélération linéaire.



- **L'entrée podale** permet de nous situer par rapport à l'environnement, grâce à des mesures de pression au niveau de la sole plantaire et grâce à des mesures d'étirement des muscles de la jambe et du pied.

LES ENTREES SECONDAIRES

- **L'entrée rachidienne** a pour but de renseigner le système postural sur la position réciproque des capteurs podaux et céphaliques.

- **L'entrée oculo-motrice** permet de comparer les informations de position fournies par la vision à celles fournies par l'oreille interne grâce à six muscles moteurs oculaires, qui assurent la motricité de chaque globe oculaire. (Photo 5).

LA SORTIE DU SYSTEME POSTURAL

Le maintien du corps au voisinage d'une position fixe est possible grâce à nos muscles et, plus spécifiquement, nos muscles toniques qui possèdent des fibres rouges. Celles-ci ont pour caractéristiques :

- d'être de contraction lente et persistante ;
- d'être de faible vulnérabilité à la fatigue ;
- d'être de faible dépense énergétique ;
- d'utiliser un métabolisme aérobie.

Ce sont les fibres adaptées à la posture.

Ces muscles sont organisés par association plurimusculaire sous forme de haubans ou de chaînes (décrites par Mme Struyf Denys : **les chaînes musculaires**) pour maintenir le corps le plus près possible de son point fixe.

Le corps humain oscillant constamment autour de sa position d'équilibre, tous les haubans devraient être sollicités alternativement. Mais les habitudes de travail ou sportives, les stress, notre personnalité, favorisent une position particulière, qui obligera certains haubans à travailler en excès. Lutter contre la pesanteur s'avère un combat inégal.

Ainsi apparaîtront des pathologies fonctionnelles et, s'il n'y a pas de traitement étiologique, une pathologie

s'installera, deviendra chronique puis organique.

Un exemple : une personne bien centrée sollicite de façon harmonieuse ses haubans musculaires et ne fatigue pas. (Photo 7).

Cela n'est pas le cas de celle qui, par exemple, est trop en avant. Quel effort pour son hauban postérieur ! Dans un premier temps cette personne souffrira de douleurs musculaires ou ligamentaires facilement réversibles. Puis, la chronicité apparaissant, il y aura fibrose musculaire, usure cartilagineuse et éventuellement des répercussions sur les viscères écrasés ou étirés. (Photo 8).

C — LES CAPTEURS PODAUX

Nous venons de voir que le pied est une entrée primaire du système postural et, qu'à ce titre, il nous informe de la position du corps par rapport au sol. Nous, podologues, pouvons donc en manipulant l'entrée podale modifier toute la posture de l'individu.

Pour pouvoir manipuler l'entrée podale, c'est-à-dire modifier les informations perçues par les capteurs podaux, il est préférable de connaître ces capteurs. Ils sont de deux types : les capteurs extéroceptifs et les capteurs proprioceptifs, qui recueillent des informations qu'ils diffusent ensuite vers le cerveau, le tronc cérébral et le cervelet par l'intermédiaire de la moelle.

Les capteurs extéroceptifs

(Photo 9).

Ils se situent au niveau de la peau. Nous ne décrivons que ceux qui nous préoccupent réellement : ce sont les barocepteurs, les cellules de Faccini et de Golgi, qui se situent dans l'hypoderme et sont très riches au niveau de la plante des pieds. Ils nous renseignent sur les variations de pression et répondent à des pressions de moins d'un gramme. (Photo 10).

Les capteurs proprioceptifs

Ils nous permettent de connaître la position, le mouvement de nos diverses pièces osseuses les unes par rapport aux autres ainsi que la tension de nos différents muscles. Ils sont de trois types et on les trouve à chaque articulation.

- Les corpuscules de Ruffini et Paccini capsulaires et ligamentaires informent sur l'angulation, la vitesse et la direction du mouvement articulaire. Ils permettent de capter des oscillations à partir de 8 secondes d'angle.

- Les fuseaux neuromusculaires sont comparables à des tensiomètres et stimulent l'activité musculaire. Ils possèdent un seuil d'étirement faible (1 à 2 g).

- Les organes tendineux de Golgi sont par contre beaucoup moins facilement excitables ; ils ont un seuil d'étirement élevé (100 à 200 g Matthews) et agissent comme des disjoncteurs électriques.

Le système postural utilise les informations proprioceptives et extéroceptives provenant de la région podale.

Ces dernières nous intéressent davantage. Elles agissent sur la régulation du tonus postural car elles contribuent à déterminer des attitudes grâce aux informations qu'elles nous apportent sur le monde extérieur. Le système postural est capable d'utiliser les informations extéroceptives venues des régions podales car :

- lorsque l'on exerce une pression sur la plante des pieds (stimulation des barocepteurs), cela provoque un réflexe qui accroît le tonus des muscles extenseurs, ce qui facilite la station debout. Ce réflexe, qui agit dans le même sens que le réflexe myotatique, peut être facilement mis en évidence chez l'animal. Si un chien est soulevé au-dessus du sol, ses pattes sont beaucoup moins rigides que lorsqu'il se tient debout et elles se laissent fléchir facilement ; mais si l'on appuie sur les coussinets plantaires d'une patte, celle-ci se raidit immédiatement en extension et prend une position fixe par rapport au tronc, comme lorsqu'elles supportent le poids du corps. Si l'animal repose sur le sol, cette réaction dite de soutien s'étend aux quatre pattes ainsi qu'aux muscles du tronc et du cou. (Photo 11).

D — INFORMATIONS PLANTAIRES

Nous avons vu précédemment que le pied est capable de percevoir des modifications très subtiles de



son environnement grâce à des récepteurs de pression, donc de donner de nouvelles informations au système nerveux central. Ce dernier, grâce à la réaction de certains muscles anti-gravitationnels, modifiera la posture du sujet.

Nous savons également que lors d'une perturbation de l'équilibre orthostatique, l'activité électromyographique du réflexe fonctionnel d'étirement apparaît d'abord au niveau des muscles distaux des jambes, avant toute autre activité E.M.G. des muscles proximaux des cuisses et du bassin (Nashner L. M. 1977). En effet, lorsque l'on allonge le bras pour prendre un objet, cela change la répartition de nos centres de gravité partiels. Si nous ne bougeons pas, c'est qu'il y a auparavant une action équilibratrice des muscles toniques, prédominante au niveau des membres inférieurs. Nous pouvons donc en déduire que la sole plantaire joue un rôle privilégié dans la régulation posturale. (Photo 12).

Comment manipuler l'entrée podale ?

L'expérience clinique nous apprend que des micro-cales d'environ 1 mm, permettent principalement de stimuler les barorécepteurs mais également d'étirer les fuseaux neuro-musculaires et de modifier la tension des capteurs ligamentaires articulaires, provoquent des réactions posturales.

Ces micro-cales, placées sous les pieds du patient, vont modifier la perception de sa position par rapport au sol. Les informations plantaires vont piéger le système nerveux central en lui faisant croire que le patient se trouve dans une situation de déséquilibre majoré (augmentation de la réponse des barorécepteurs). On aura alors, par action réflexe, une rééquilibration qui permettra de diminuer les tensions musculaires des haubans, auxquels le corps était suspendu. Le patient retrouvera alors soulagement et confort si le podologue a placé judicieusement ces petites cales après un examen clinique détaillé, de la tête aux pieds.

E — LES INDICATIONS DES SEMELLES D'INFORMATION

Ce sont essentiellement les troubles chroniques de l'appareil loco-

moteur, notamment au niveau des membres inférieurs et du rachis. Mais il arrive que des scapulalgies rebelles, des céphalées, des sensations vertigineuses, des diplopies cèdent rapidement grâce à une ou deux micro-cales bien placées. Les tendinites, périostites, entorses à répétition, douleurs musculaires ou ligamentaires (notamment lombaires) avec irradiations, sciatalgies par exemple, sont le plus souvent largement améliorées par la correction d'une statique défaillante.

Les mérites des semelles d'information débordent le cadre purement locomoteur, elles peuvent être un adjuvant efficace dans certains troubles circulatoires (jambes lourdes, œdème des chevilles, crampes) et également pour certains problèmes viscéraux en rapport avec la posture. En effet, en modifiant le contenant, on agit sur le contenu.

Il y a un autre aspect du travail du podologue formé à la posture, c'est celui de la prévention. En réharmonisant la posture d'un patient ou d'un athlète, on lui permettra d'avoir un meilleur placement du bassin et des épaules, un meilleur déroulement du pas. Mais également en régulant son tonus postural, le sportif dépensera moins d'énergie musculaire et pourra donc supporter plus facilement ses séances d'entraînement. Il aura également une meilleure précision de ses gestes sportifs, ce qui lui permettra d'améliorer ses performances (mémoires de podologie du sport, non achevé, Mme Dessenne et Mlle Nouet).

CONCLUSION

L'homme doit s'adapter à une force universelle, la pesanteur ; pour y arriver, il utilise son système postural. Un dysfonctionnement de ce dernier peut entraîner des pathologies (entorses, tendinites, lombalgies, céphalées, etc.) ou une moindre précision du geste sportif. L'on peut réguler le système postural par l'une de ses entrées principales, l'entrée podale grâce à des informations (micro-cales d'un mm environ) placées sous la plante des pieds. Celles-ci agissent par action réflexe sur le positionnement du pendule humain grâce aux capteurs du pied, qui sont très performants, le seuil des baropresseurs, 0,3 g.

BIBLIOGRAPHIE

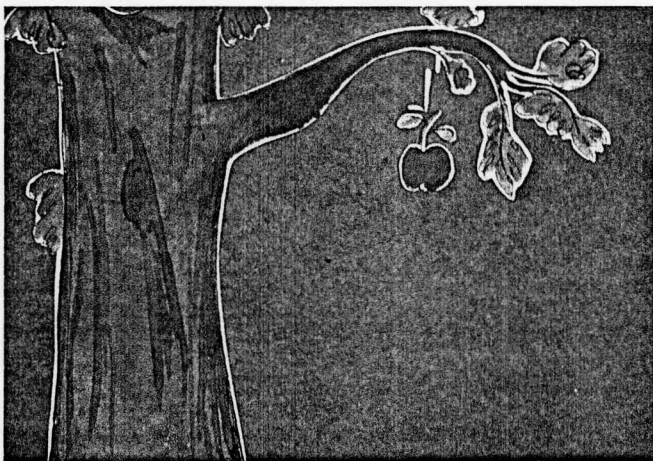
- ANDRE-DESHAYS C. — Rôle des afférences plantaires dans le contrôle postural statique chez l'homme. Mémoire DEA, 1987.
- BARON J.-B. — Cours de posturographie biomagnétisme. Faculté de Bobigny, 1986.
- CECCALDI A. - FAVRE J.-F. — Les pivots ostéopathiques. Ed. Masson, 1986.
- DELMAS A. — Voies et centres nerveux. Ed. Masson, 1981.
- GAGEY P.-M. - BIZZO G. - GENTAZ R. - GUILLAUME P. - MARUCCHI C. — Huit leçons de posturologie. Association française de posturologie, 1986.
- GREEN J.-H. - SILVER P.-H.-S. — Manuel d'anatomie humaine. Ed. Masson, 1986.
- GRIBENSKI A. - CASTON J. — La posture et l'équilibration. Col. Que sais-je ? Ed. PUF.
- RIGAL R. — Motricité humaine. Ed. Presses de l'Université du Québec, Vigot, 1985.
- SILBERNAEL S. - DESPOPOULOS A. — Atlas de poche de physiologie. Col. Médecine sciences. Ed. Flammarion, 1985.
- VILLENEUVE Ph. — Activité tonique posturale en podologie. Mémoire sport et santé, UFR de Bobigny, 1987.
- Régulation du tonus postural par information plantaire. Cours 1987/1988, DUSS, UFR Bobigny, 1988.
- WERHNAM J. — Body mechanics.



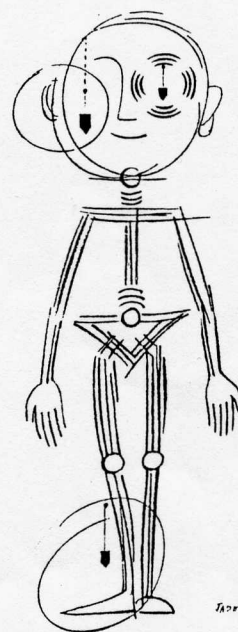
1



2



3



4

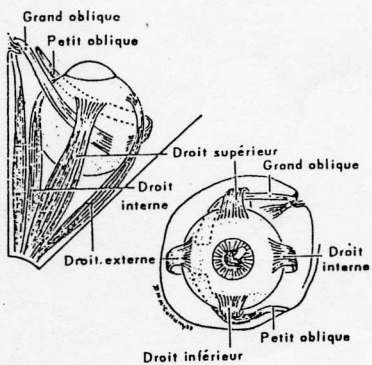


FIG. 620. Muscles de l'œil droit vus d'en avant et d'en haut.

6

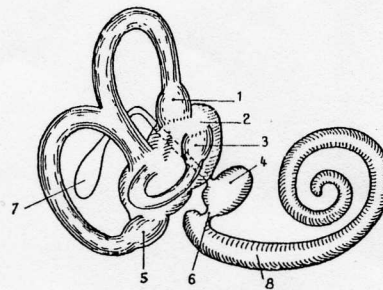
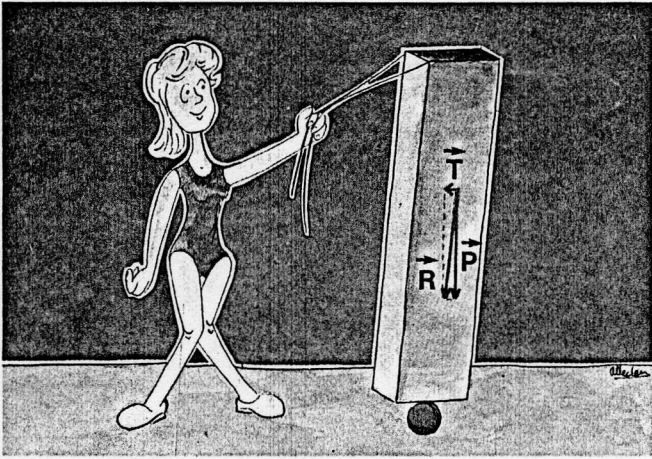
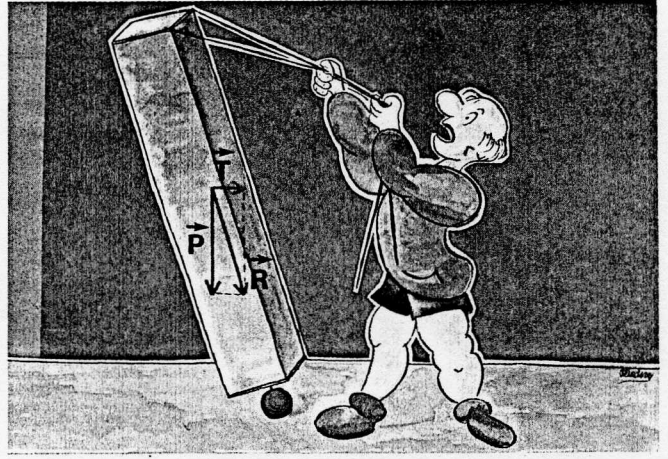


Fig 25 - Labyrinthe membraneux
(à l'intérieur du labyrinthe osseux), vue externe.
1 : Ampoule du canal semi-circulaire antérieur ; 2 : utricule ; 3 : ampoule du canal semi-circulaire externe ; 4 : saccule ; 5 : ampoule du canal semi-circulaire postérieur ; 6 : canalis reuniens ; 7 : sac endolymphatique ; 8 : partie cochléaire du labyrinthe membraneux (trappe de Corti).

5



7



8

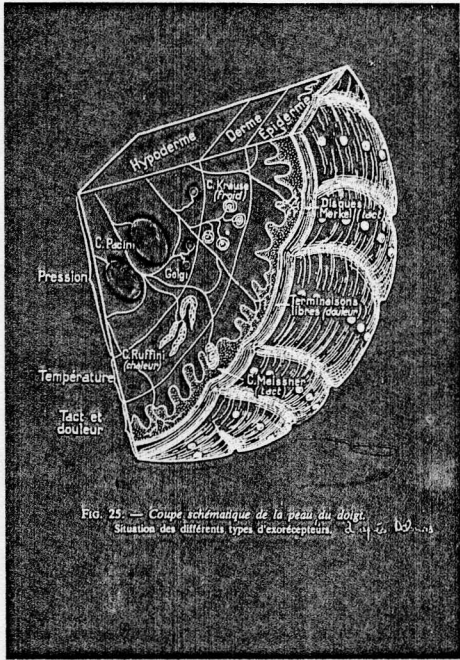
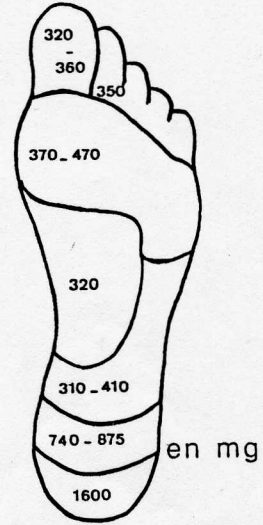


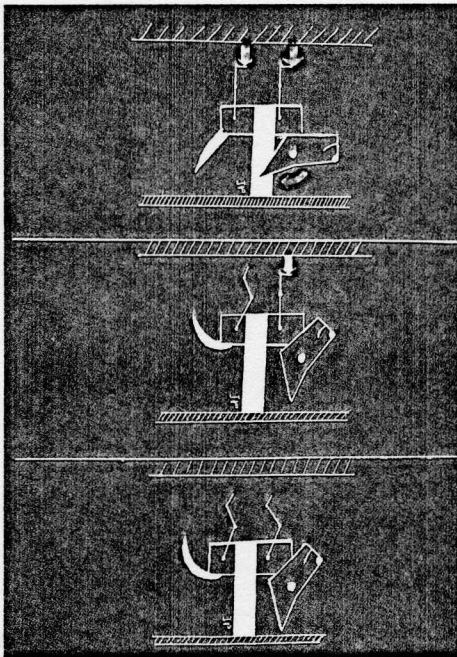
FIG. 25. — Coupe schématique de la peau du doigt. Situation des différents types d'excitopcepteurs.

9

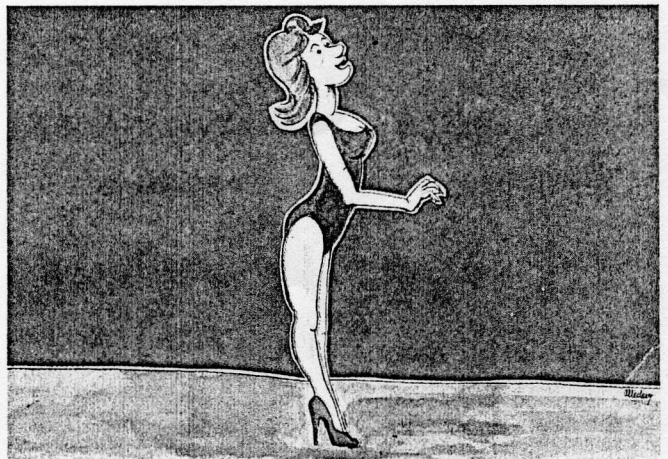


Sensibilité
à la pression

10



11



12