



- 8 **Posture, posturologie, posturologie**
- 9 **Histoire de la clinique posturale**
- 12 **Évaluation de l'action posturale des orthèses plantaires**
- 17 **Mise en évidence de la tactique posturale chez la personne âgée**
- 22 **Recherche clinique et traitements posturaux**

Formation

La posturologie

Née dans les années 1980, la posturologie est une discipline dont le but est d'étudier la régulation et les dérèglements de la station debout.

Récente, cette science est encore en devenir mais elle étonne déjà par son efficacité.

Nous débutons ce dossier par une définition de la posturologie suivie d'un bref historique de la clinique posturale. Nous vous présentons ensuite deux tests cliniques qui démontrent l'utilité de la posturologie : l'épreuve posturodynamique permettant d'évaluer l'action posturale des orthèses plantaires et le test d'antépulsion passive qui met en évidence la tactique posturale chez la personne âgée.



Dossier coordonné par **Philippe Villeneuve**
Pédicure-podologue, Paris (75)
Président de l'Association de posturologie internationale.

© BSPIE-Kinsman

Posture, posturologie, posturopodie

Pour bien comprendre ce qu'est la posturologie, il est nécessaire de repartir de l'étymologie et de la distinguer des termes posture et posturopodie. Ces trois mots, souvent confondus, véhiculent des concepts différents qu'il est important de définir.

Cet article a pour but de rappeler la signification exacte de trois mots souvent employés dans l'exercice de la profession de pédicure-podologue : posture, posturologie et posturopodie.

Posture

À "posture", le *Petit Larousse* indique : « attitude particulière du corps, maintien de cette attitude »¹.

Dans le cadre de l'observation clinique de l'homme debout, cette notion de posture est une première approche qui se limite à un niveau positionnel. Elle a été initiée avec la podologie orthétique. En 1955, Bregegère, dans le premier livre paru en France sur les orthèses podologiques², analysait déjà finement l'équilibre des ceintures pelvienne et scapulaire ainsi que la position de la tête. Il en déduisait les reliefs plantaires qu'il convenait de prescrire à ses patients. Ce courant se poursuit par ce que l'on appela l'orthostatisme (étude de la station debout) qui eut son apogée dans les années 1980.

L'étude de la posture fait partie intégrante de la formation initiale des podologues. Quatre-vingts heures sur l'étude des troubles statiques du pied et du membre inférieur ainsi que leurs répercussions sont incluses dans le programme des études initiales. Ceci est cohérent avec le code de la Sécurité sociale qui gère l'aspect réglementaire lié aux orthèses plantaires et stipule qu'elles sont destinées, entre autres, « à corriger tout déséquilibre statique et dynamique du sujet. »³

Posturologie

Le terme posturologie est un néologisme créé par Pierre-Marie Gagey en 1980 dans l'article *Introduction à la posturologie clinique*⁴. La posturologie est liée à la régulation

et aux dérèglements de la station debout comme l'indique le titre de l'ouvrage de référence de 1985 de Pierre-Marie Gagey et Bernard Weber : *Posturologie, régulation et dérèglements de la station debout*⁵. La notion de régulation fait appel à la cybernétique et aux systèmes de contrôle qui permettent le maintien de l'homéostasie. Nous passons d'un concept mécaniste, orthopédique – la posture – à un système dynamique, non linéaire, régulant la posture et ses oscillations.

Posturopodie

La posturopodie est un néologisme créé par Philippe Villeneuve en 1989, lors de la fondation de l'Association internationale de posturopodie. La posturopodie est une partie de la posturologie permettant le traitement des troubles fonctionnels de la posture et de la stabilité par l'intermédiaire du système podal. Cette spécialisation du podologue insiste notamment sur l'examen clinique de l'équilibre (statique et dynamique) et instrumental (podo-graphie, baropodométrie, stabilométrie ou posturographie). Elle s'inscrit ainsi dans les recommandations de la Haute Autorité de santé pour la pratique de l'examen clinique⁶. ■

Philippe Villeneuve

Pédicure-podologue, Paris (75)

Président de l'Association posturologie internationale
villeneuve-philippe@orange.fr

Références

1. Petit Larousse illustré 2007.
2. Bregegère A. La prothèse podologique étudiée et l'équilibre par la base. Paris, Maloine, 1955.
3. Décret 91-1008 du 2 octobre 1991 relatif aux études préparatoires et aux épreuves du diplôme d'État de pédicure-podologue. *JO* du 4 octobre 1991.
4. Gagey PM, Baron JB, Ushio N. Introduction à la posturologie clinique. *Agressologie*, 1980; 21: 119-23
5. Gagey PM, Weber B, Bonnier L, Boquet J, Cornu JY, Ferrey G et al. *Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout*. Paris, Masson, 3^e édition 2005.
6. HAS. Le dossier du patient en pédicure-podologie, mai 2001 et Le pied de la personne âgée : approche médicale et prise en charge de pédicure-podologie, juillet 2005.



© BSN/PE. Kresnan



Histoire de la clinique posturale

Il aura fallu près de vingt siècles pour que se constitue un corpus de connaissances scientifiques sur la régulation de la station debout. Mais depuis les années 1980, en moins de vingt ans, la clinique et la thérapie posturale se sont développées et étonnent par leur efficacité.

La posturologie a été initiée avec la podologie orthétique : des podologues français ont observé que les semelles jouaient sur le positionnement du corps. En 1955, Bregegère observait l'efficacité des semelles¹. Dans son étude de 1956, Ledos² note que ses semelles jouent sur les lombalgies, les cervicalgies, la circulation de retour et les varices de ses patients. Il a même remarqué que moins l'orthèse était épaisse, plus elle était efficace ! L'histoire de ces belles années de la podologie française qui ont fondé la profession ont été parfaitement décrites par Ostermann³ en 1994, et Vallet⁴ en 1996.

Les origines

Aujourd'hui, la posturologie est basée sur des évidences partagées depuis des siècles. Aristote, en 332 avant J.-C., parlait déjà du lien qui existe entre posture, tonus et vigilance. Borellus, dans son livre *De Motu Animalium* qui paraît en 1679, parle pour la première fois de la représentation de la verticale de gravité du corps de l'homme⁵. La question de l'équilibre de l'homme debout est clairement posée dès le début du XIX^e siècle : « *Comment un homme maintient-il une posture debout ou inclinée contre le vent qui souffle sur lui ? Il est évident qu'il possède "un" sens par lequel il connaît l'inclinaison de son corps et qu'il possède l'aptitude à la réajuster et à corriger tout écart par rapport à la verticale. Quel sens est-ce donc ?* »⁶. Si on analyse ce texte, on s'aperçoit facilement que, sous-jacente à la question de la stabilisation du corps de l'homme, est présente une problématique trompeuse, induite par les découvertes histologiques du XIX^e siècle : à chaque "faculté" sensorielle correspond une structure histologique, un organe des sens. Pourquoi donc ne pas chercher "le" sens correspondant à "la faculté" de sentir les écarts à la verticale ?

Cette hypothèse sera démentie par un ensemble de découvertes faites au cours du XIX^e siècle : il n'y a pas "un" sens de la stabilité mais "des" sens, "des" organes qui participent à la détection des écarts à la verticale. Flourens, en 1828-1830, découvre l'importance de l'oreille interne⁷, Longet, en 1845, la proprioception des muscles de l'axe corporel⁸, Romberg, en 1851, la vision⁹, Heyd en 1860, la sensibilité cutanée plantaire¹⁰, de Cyon, en 1911, la proprioception oculomotrice¹¹.

Karl von Vierordt

Ces évidences expérimentales pousseront Vierordt¹² à émettre en 1860 l'hypothèse d'une prise en charge de la stabilité de l'homme par un système sensorimoteur multimodalitaire. Il n'a manifestement pas été compris à son époque. Il sera en revanche suivi dans sa tentative d'observer la station debout. Nous lui devons les tout premiers enregistrements posturographiques. Le sujet debout au repos portait un casque à la pointe duquel était attachée une plume qui grattait une feuille de papier enduite de noir de fumée, collée au plafond. Ce dispositif rudimentaire a permis à Vierordt d'observer des variations de la précision de la stabilisation posturale de l'homme suivant qu'il a les yeux ouverts ou fermés, qu'il se tient sur un ou deux pieds, que ses soles plantaires sont ou non artificiellement refroidies.

La posturologie est basée sur ces évidences qui n'ont été acquises et ne sont partagées que depuis moins de deux siècles.

Roger Toulon

Roger Toulon est un kinésithérapeute français qui, le premier, a mesuré la finesse de stabilisation du corps de l'homme debout au repos. Son sujet d'expérience, libéré de tout lien avec l'environnement, était simplement debout sur une plate-forme. Des couteaux, mobiles sous cette plate-forme, permettaient de situer la position à l'instant "t" de la projection du centre de gravité du sujet sur la plate-forme. Roger Toulon rend compte de ses travaux en écrivant simplement dans son livre en 1956 : « *Le quadrilatère de projection de la verticale de gravité est un petit carré de 10 millimètres de côté* »¹³. Personne au monde ne conteste aujourd'hui cette découverte, énoncée si discrètement que peu de gens connaissent le nom de Roger Toulon.

Quelques années plus tôt, le professeur Scherrer avait bien construit la première plate-forme française qui mesurait la position du centre de pression du sujet par un procédé électronique. Mais, faute de calculateur, il n'avait pas pu mesurer la dispersion des positions du centre de pression¹⁴. La stabilométrie, en effet, ne deviendra performante qu'avec l'analyse du signal qu'autorise l'informatique. L'arrivée sur le marché des ordinateurs personnels va introduire les examens stabilométriques normalisés en pratique clinique. Ils ont permis un dialogue précis et objectif entre les posturologues¹⁵, et la parution des normes de l'Association française de posturologie (AFP)¹⁶ en 1985.

André Thomas

La découverte de Toulon stigmatise le manque de rigueur dans l'utilisation des concepts physiques qui fut historiquement lourd de conséquences¹⁷. Pour définir l'équilibre, au lieu d'utiliser la définition rigoureuse – et ancienne – des physiciens : « *En état d'équilibre le corps se trouve soumis à deux forces alignées, égales et opposées* », une définition très particulière de l'équilibre a été adoptée : « *L'homme est en équilibre lorsque sa verticale de gravité tombe à l'intérieur du polygone de sustentation*. » En raison de cette définition, les médecins n'ont absolument pas compris que l'homme debout d'aplomb n'est jamais en équilibre (figure 1). Comment, en effet, pourrait-il maintenir ces deux forces continuellement parfaitement alignées ? En fait, l'homme se stabilise, il « *corrige tout écart par rapport à la verticale* » pour reprendre la merveilleuse formule de Charles Bell⁶.

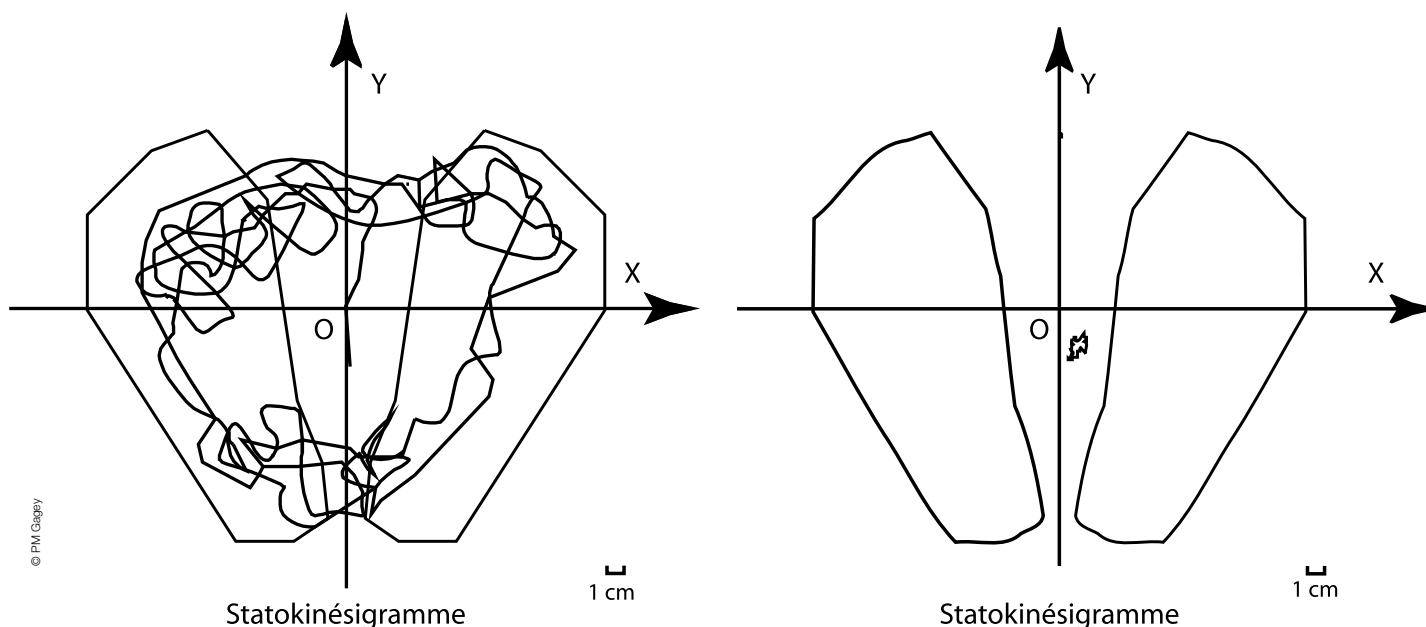
Ces pièges du langage, André Thomas en avait déjà l'intuition en 1940, lorsqu'il écrit : « *L'équilibre ne peut plus être considéré comme un état de repos quand il s'agit d'un corps dont toutes les parties sont douées d'activité. Si le terme prête à confusion, mieux vaut le supprimer et modifier la définition.* »¹⁸ Cette confusion du langage et des concepts n'a pas servi les malades instables et non chuteurs : comme, objectivement, ils ne sortaient pas des limites de normalité admises pour "l'équilibre" (leur verticale de gravité restait à l'intérieur du polygone

de sustentation), leur instabilité a paru ne reposer sur aucune base objective.

Jean-Bernard Baron

À l'époque de la découverte de Roger Toulon et sans aucun lien avec elle, Jean-Bernard Baron a réalisé en 1955 la première expérience de physiologie chaotique que nous connaissons¹⁹. Cette expérience introduit une révolution dans la pensée physiologique en apportant la preuve que le système postural fonctionne comme un système dynamique non linéaire. Comme toutes les données vraiment nouvelles, cette expérience a attendu une cinquantaine d'années avant de commencer à être comprise.

Voici les faits : Baron, ophtalmologiste, intéressé par les vertiges des hétérophoriques, a tenté de réaliser un modèle expérimental de déséquilibre oculomoteur mineur en sectionnant quelques-unes des fibres de muscles oculomoteurs d'animaux. Or, le résultat dépendait de son adresse opératoire... Si la section était extrêmement discrète, provoquant une déviation des axes des yeux inférieure à quatre degrés, alors apparaissait une asymétrie tonique posturale majeure des muscles paravertébraux de l'animal. Qui n'en a pas été témoin ne peut imaginer à quel point ces animaux, poissons ou souris, étaient tordus sur eux-mêmes, incapables de nager ou de marcher droit devant eux.



• **Figure 1.** À gauche, l'équilibre selon les médecins (la verticale de gravité reste à l'intérieur du polygone de sustentation) ; à droite, la réalité selon les Normes 85 de l'Association française de posturologie (AFP).



Si la section était plus grossière, alors aucune asymétrie tonique n'apparaissait. La posturologie est basée sur cette évidence acquise depuis peu d'années sur les poissons et chez l'homme, à travers de multiples travaux de Baron en 1952²⁰ et 1953²¹, mais surtout ceux de Martinerie et Gagey²².

Ces faits expérimentaux n'ont suscité, à l'époque, qu'une indifférence générale. Pourquoi ?

Bien sûr, Baron les présentait mal. Ni mathématicien, ni philosophe, hostile à toute formalisation, il se barricadait dans la tour d'ivoire des purs "faits", sans accepter de reconnaître que, seul, le verbe confère sens au fait. Mais, même s'il l'avait voulu, quel verbe aurait-il pu utiliser à cette époque ? Dans quelle logique fallait-il inscrire sa découverte pour qu'elle soit acceptable ? On ne le savait pas. Pourtant cette logique existait depuis le début du XX^e siècle, mais elle n'était pas connue. Dès 1908, dans son livre *Science et Méthode*, Henri Poincaré avait prophétisé les résultats de l'expérience de Baron : « *De petites différences dans les conditions initiales en engendrent de très grandes dans les phénomènes finaux* »²³, exactement ce qui s'est passé avec ces animaux.

Dans la deuxième moitié du XX^e siècle, les travaux des Russes, puis des Américains²⁴, ont rendu célèbres les opérateurs topologiques de Poincaré. Quelle aubaine pour les posturologues ! Plus personne désormais n'a eu le droit de taxer d'irrationnelle leur démarche thérapeutique lorsque, à la suite de Bourdiol²⁵, en 1980, ils utilisent de minimes stimulations pour soulager leurs patients. Petite cause, grands effets, cette logique appartient aux systèmes dynamiques non linéaires.

La posturologie est basée sur cette évidence acquise depuis les années 1950 sur les poissons et chez l'homme, à travers les multiples travaux de Baron et d'autres chercheurs. Mais elle n'est pas encore partagée par tous les physiologistes, médecins et thérapeutes. Les bases de la posturologie sont encore l'objet d'une saine critique. ■

Pierre-Marie Gagey

Médecin du travail du BTP,

Fondateur de l'Association française de posturologie

pmsgagey@club-internet.fr

Références

- Bregegere A. La prothèse podologique étudiée et l'équilibre par la base. Paris, Maloine, 1955.
- Ledos M. Architecture et Géométrie du pied. Édité par l'auteur, 1956.
- Ostermann H. Vingt ans de podologie au quotidien, FNP, 1994.
- Vallet D. Histoires des semelles, in Ph. Villeneuve, Pied, équilibre et posture, Paris, Frison-Roche. 1996: 159-73.
- Borelli GA. De motu animalium, Rome, Bernado, 1679.
- Bell Ch. The hand. Its mechanism and vital environment. London, V. Pickering, 4th ed., 1837: 234-5.
- Flourens PJM. Expériences sur les canaux semi-circulaires de l'oreille dans les mammifères. Mémoire lu le 13 octobre 1828. Mémoires Acad. Sci. Paris IX. 1830: 467-77.
- Longet FA. Sur les troubles qui surviennent dans l'équilibration, la station et la locomotion des animaux après la section des parties molles de la nuque. Gazette médicale de Paris. 1845; 13: 565-7.
- Romberg MH. Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Berlin, Duncker, 1840.
- Heyd cité par Vierordt Karl von in: Grundriss der Physiologie des Menschen, Tuebingen, H. Laupp. 1860, réédité en 1862, 1864, 1871 et 1877.
- Cyon E (de). L'oreille organe d'orientation dans le temps et dans l'espace. Paris, Alcan, 1911.
- Vierordt Karl von. Grundriss der Physiologie des Menschen, Tuebingen, H. Laupp. 1860, réédité en 1862, 1864, 1871 et 1877.
- Toulon R. Équilibration humaine et évaluation de la posture debout, Paris, Maloine, 1956.
- Ranquet J. Essai d'objectivation de l'équilibre normal et pathologique. Thèse médecine, Paris, 1953, 83 pages.
- Bizzo G, Guillet N, Patat A, Gagey PM. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. Med. Biol. Eng. Comput. 1985; 23: 474-6.
- AFP. Normes 85. Editées par l'Adap (Association pour le développement et l'application de la posturologie), Paris, 1985.
- Gagey PM, Weber B. Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Paris, Masson, 3^e éd., 2004.
- Thomas A. Équilibre et équilibration. Paris, Masson, 1940.
- Baron JB. Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertébrés. Thèse de sciences, Paris, 1955.
- Baron JB, Fowler E. Prismatic lenses for vertigo and some experimental background of the role of the extrinsic ocular muscles in disequilibrium. Trans Am Acad Ophthal Oto-laryngol. 1952; 56: 916-26.
- Baron JB, Raison S, Lepoivre N, Munier R. Troubles vertigineux d'origine dentaire. Rev. Oto-neuro-ophtal. 1953; 25: 1-4.
- Martinierie J, Gagey PM. Chaotic analysis of the stabilometric signal. In: Woollacott M, Horak F. Posture and gait: control mechanisms. University of Oregon Books Portland, 1992; I: 404, 407.
- Poincaré H. Science et Méthode. Paris, Flammarion, 1908.
- Lorenz EN. Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil set off a Tornado in Texas ? Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Washington DC, December 1972.
- Bourdiol RJ, Capelus F, Nguyen Tan H, Hatoum P. Pied et statique. Paris, Maisonneuve, 1980.



Évaluation de l'action posturale des orthèses plantaires

Il est devenu indispensable pour les pédicures-podologues de vérifier les répercussions de leurs traitements sur la posture de leurs patients au moyen de tests cliniques posturocinétiques reproductibles. Nous décrivons ici un de ces tests, l'épreuve posturodynamique publiée en 1995. Mais au préalable, nous vous présentons une brève histoire des traitements par orthèses plantaires du XVIII^e siècle à nos jours.

Nicolas Laurent Laforest, chirurgien-pédicure de Louis XVI, fut certainement, au XVIII^e siècle, le premier au monde à décrire une orthèse plantaire permettant de traiter les algies plantaires. Il avait également déjà observé les liens existant entre ces dernières, les troubles de la locomotion et de la posture. Ces premières observations, bien que confirmées par de nombreux auteurs au cours du XX^e siècle, ne prirent leur véritable sens qu'avec les travaux de recherche clinique et fondamentale des vingt dernières années.

Aujourd'hui, comme le souligne Leporck, l'évidence s'impose à chacun : la modification de la base d'appui par une orthèse de n'importe quelle épaisseur est susceptible d'entraîner des variations dans la régulation posturale¹. Ceci même, s'il persiste encore des oppositions dans le choix des moyens thérapeutiques²⁻³.

Du XVI^e siècle à la fin du XX^e siècle, l'établissement des bases de la podologie

Dès 1782, Nicolas Laurent Laforest, dans son ouvrage *L'art de soigner les pieds*, avait observé qu'une douleur plantaire pouvait jaillir sur l'ensemble de l'individu et être invalidante. Comme solution thérapeutique, il proposa la première semelle plantaire antalgique : « On met dans le soulier une semelle de chapeau ou de buffle, à laquelle on fait un trou à l'endroit de la verrue, assez grand pour la contenir. » Cela permet d'« éviter la douleur. »⁴ Il décrivit également parfaitement le rôle des adaptations posturales et de l'antériorisation de la ligne de gravité dans la genèse des algies podales.

Du XVI^e au XIX^e siècle, les corrections des troubles orthopédiques, comme le pied plat, se réalisaient exclusivement sous la semelle de la chaussure⁵⁻⁷. À la fin du XIX^e siècle, pour la même pathologie apparaissaient en France des semelles orthopédiques de série retrouvées dans les catalogues des fournisseurs d'orthopédie. En Angleterre, en 1888, le chirurgien Whitman fit réaliser un appareil orthopédique fabriqué à partir d'un morceau de métal⁸. Cette orthèse avait pour but de redresser la voûte plantaire. Son bord médial, particulièrement élevé,

appuyait sur le naviculaire générant ainsi une douleur qui entraînait un réflexe d'évitement.

Au début du XX^e siècle, les semelles sur mesure adaptées aux patients existaient déjà et étaient l'aboutissement d'un examen clinique postural effectué de la tête aux pieds. Le premier ouvrage qui leur fut consacré est celui du Français Breggère, paru en 1955 et intitulé *La prothèse podologique étudiée et l'équilibre par la base*⁹.

Après lui, Ledos¹⁰ en 1956, Ceccaldi et Moreau¹¹ en 1975 posèrent les bases biomécaniques de l'équilibration humaine par les orthèses podologiques. À l'époque, médecins et podologues avaient compris que l'orthèse plantaire s'adresse à l'ensemble du corps : au rachis et aux membres, et que des dysmorphoses podales pouvaient entraîner des rachialgies. Ces pionniers avaient également perçu que les semelles trop hautes pouvaient être néfastes pour les patients. Jean Lelièvre proclamait en 1955 : « Les supports plantaires classiques, à grosse voûte, sont à rejeter. [Ils sont] inutiles et souvent nuisibles. »¹² Le but de la semelle, comme le soulignait Ledos, était de « redresser les affaissements en exerçant des pressions déterminées. »¹¹ Le problème était bien posé, mais quelles forces appliquer ? Quelles épaisseurs inclure dans les orthèses ?

De la fin du XX^e siècle à nos jours, la validation des découvertes des pionniers

La réponse ne vint que plus tard avec tout d'abord Bourdiol, en 1980, qui proposa dans le cadre du traitement des rachialgies, des microreliefs plantaires de 1 à 2 millimètres dont le mode d'action était lié à une stimulation biomécanique du système neurologique et non plus à une correction orthopédique mécaniste¹³. Il rejoignait, sans le savoir, les travaux d'un ophtalmologiste, Baron, qui en 1955 avait montré qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'importance de la stimulation et l'efficacité thérapeutique¹⁴. Les idées de Bourdiol furent développées par plusieurs équipes, notamment l'École française de posturologie qui, sous l'égide de Gagey et Villeneuve, proposa en 1990 que les stimulations plantaires agis-



sent préférentiellement au niveau des mécanorécepteurs cutanés¹⁵. Ils proposèrent également, suite à leurs observations cliniques, que les stimulations plantaires dans le cadre de la régulation posturale, soient constituées de matériaux fermes, d'épaisseurs inférieures ou égales à 3 millimètres, et qu'elles entraînent des réactions posturales prédictibles et orientées. Les orthèses utilisant des reliefs supérieurs à 3 millimètres sont surtout adaptées au traitement des algies provenant des troubles organiques de l'arc inférieur : coxarthrose, gonarthrose, hallux valgus par exemple²⁻³.

Aujourd'hui de nombreuses recherches fondamentales et cliniques vérifient ces observations initiales. Des stimulations plantaires comprises entre quelques microns et 3 millimètres entraînent des réponses posturales^{1,16-21} qui sont effectivement orientées et prédictibles^{17,22}, et existent même pour des stimulations non consciemment perçues par le sujet^{1,21}. Par ailleurs, Gagey et Villeneuve précisèrent que l'intégration des stimulations plantaires peut se faire correctement uniquement s'il n'existe pas de perturbations informationnelles (parasites), soit au niveau de la biomécanique de l'axe corporel²³⁻²⁵, appelées dysfonctions proprioceptives, soit au niveau cutané plantaire²⁶⁻²⁷, appelées épines irritatives d'appui plantaire²⁸.

À l'heure actuelle, il est donc fermement établi que des stimulations de faible épaisseur au niveau de la sole plantaire modifient le tonus postural et la stabilité de l'axe corporel. Le clinicien doit donc recourir à l'évaluation clinique des hypertonies de l'axe corporel, tout d'abord pour mettre en évidence les dysfonctions proprioceptives de l'axe corporel et les troubles de la perception plantaire, et ensuite, afin de vérifier l'efficacité des stimulations sur le rachis des patients. Il est également indispensable de contrôler la non-iatrogénéité des traitements posturaux notamment par orthèses plantaires.

L'épreuve posturodynamique, manœuvre clinique décrite en 1995 par Philippe Villeneuve, le permet²⁹. Ce test clinique est un moyen simple et fiable d'objectiver rapidement les effets thérapeutiques ou iatrogènes^{12,30} induits par les traitements posturaux (semelles de posture, prismes, stimulation posturale intrabuccale) ou les orthèses plantaires mécaniques.

L'épreuve posturodynamique

L'épreuve posturodynamique permet d'évaluer la physiologie de la biomécanique et du tonus musculaire au niveau rachidien chez l'homme debout, sa reproductibilité inter et intra-praticien a été validée par deux équipes : une canadienne³¹ et une française³². Cette épreuve apparaît être un des maillons essentiels de l'examen clinique posturologique³³.

Si l'examen clinique morphologique donne un reflet des hypertonies posturales, seul, il s'avère insuffisant³⁴. Pour exemple, les asymétries pelviennes ne sont pas corrélées aux lombalgies³⁵, alors que les paramètres d'analyse

du mouvement vertébral sont fermement prédictifs des douleurs lombaires³⁶.

Rappel de la cinématique rachidienne

L'épreuve posturodynamique reprend et applique cliniquement les connaissances de la cinématique rachidienne chez l'homme debout³⁷⁻³⁹. Les mouvements de latéoflexion du rachis (plan frontal) entraînent physiologiquement des mouvements de rotation automatique controlatéraux (plan horizontal) à la latéoflexion. Ceci se retrouve aux niveaux lombaire, thoracique et cervical supérieur. En revanche, au niveau cervical inférieur, la latéoflexion doit entraîner une rotation ipsilatérale qui, combinée avec la rotation homolatérale des cervicales supérieures, permet à la tête de s'incliner sans rotation et de maintenir une distance œil-environnement constante. Ces lois biomécaniques furent ensuite adaptées en un diagnostic clinique par un ostéopathe américain, Harrison H Fryette, qui décrit en 1954 dans son livre *Principles of Osteopathic Technique* une analyse vertébrale segmentaire en position assise⁴⁰. Le test posturodynamique transpose à la station debout ces lois de la biomécanique vertébrale.

L'épreuve

L'épreuve posturodynamique validée permet aux podologues de déterminer les dysfonctionnements posturaux, d'orienter et de vérifier les traitements notamment par orthèses plantaires.

■ Principes de l'épreuve posturodynamique

Son premier niveau d'analyse peut être acquis en quelques heures et maîtrisé en quelques jours de pratique quotidienne. Le praticien se situe derrière le patient debout et pose ses mains (sans modifier la stabilité du patient) sur les parties postérolatérales :

- du pelvis, les pouces au niveau des épines iliaques postéro-supérieures, le reste de la main sur l'aile iliaque;
- de la ceinture scapulaire, les pouces placés en regard de l'épineuse de la sixième vertèbre dorsale, éloignés d'environ trois travers de doigt de l'épineuse. Le reste de la main repose sur la face postérieure du gril costal, les doigts vers le haut (*figure 1*);
- du crâne, les pouces sur l'occiput en arrière de la mastoïde du temporal, les mains venant épouser les faces postérolatérales du crâne, les doigts vers le haut. Les paumes de main sont placées en cupule, latéralement au niveau des oreilles (*figure 2*).

La disposition latérale des mains, sur les ceintures pelviennes et scapulaires ainsi que sur la base du crâne, permet d'une part de bénéficier de repères osseux et, d'autre part, de potentialiser la cinématique rachidienne. Augmenter la distance qui sépare les mains augmente potentiellement leur déplacement passif : sur un manège, la distance parcourue par un cheval de bois situé vers l'extérieur est supérieure à celle que parcourt son congénère de l'intérieur.



© P. Villeneuve

• **Figure 1.** L'épreuve posturodynamique au niveau thoracique.



© P. Villeneuve

• **Figure 2.** L'épreuve posturodynamique au niveau cervical.

Les mouvements perçus résultent du cumul des mouvements de chacune des vertèbres : de la région lombaire lorsque les mains sont au niveau pelvien, de la région thoracique au niveau des omoplates et de la région cervicale au niveau du crâne.

■ **Dysfonctions rachidiennes et transcription clinique**

L'évaluation globale des réponses cervicales, thoraciques et lombaires permet de formaliser un score (évaluation du nombre des régions en dysfonctionnement), établi simplement sur un tableau récapitulatif comptabilisant de zéro à six croix (tableau 1).

Deux types de patients posturaux sont alors repérés en fonction de la répartition des croix : les patients en dysfonction localisée avec au moins une croix et un maximum de quatre (deux croix au maximum se trouvant dans une colonne). Les patients en dysfonction systématisée se répartissent soit en dysfonction systématisée latéralisée (tableau 2), soit en dysfonction systématisée généralisée avec six croix (tableau 3).

L'établissement d'un score permet à la fois d'objectiver le stade de dysfonctionnement du patient, de suivre l'évolution du traitement, d'orienter la thérapeutique et de communiquer sur des bases communes avec les autres thérapeutes.

■ **Épreuve posturodynamique et syndrome de déficience posturale**

L'expérience acquise dans la pratique de l'épreuve posturodynamique permet aujourd'hui de distinguer nettement et facilement deux populations⁴¹. En précisant et complétant la définition clinique du syndrome de déficience posturale telle qu'elle a été donnée par Da Cunha⁴² en 1986, l'épreuve posturodynamique devrait surtout permettre d'apporter une thérapeutique réellement appropriée à ces patients polyalgiques, souffrant depuis de longues années de dysfonctions systématisées généralisées.

Tableau 1. Dysfonctions au niveau des régions vertébrales, lombaire, dorsale et cervicale

	Gauche	Droite
Cervicale	X	
Thoracique		
Lombaire		X

Exemple de dysfonctions cervicale gauche et lombaire droite (une croix signe la région dysfonctionnelle).

Tableau 2. Exemple d'une dysfonction systématisée latéralisée

	Gauche	Droite
Cervicale	X	
Thoracique	X	
Lombaire	X	

Trois croix dans une colonne signe la dysfonction systématisée latéralisée.



Tableau 3. Exemple de la dysfonction systématisée généralisée

	Gauche	Droite
Cervicale	X	X
Thoracique	X	X
Lombaire	X	X

Trois croix dans chacune des deux colonnes signent la dysfonction systématisée généralisée.

En 1877, Karl von Vierordt⁴³, le premier physiologiste à avoir observé que l'homme debout est perpétuellement animé d'oscillations, avait fort bien compris le rôle prépondérant du système podal dans la régulation posturale. Pour lui, la régulation posturale était le fait d'un ensemble de sensations provenant de la proprioception musculaire, de

la pression au niveau de la peau de la plante du pied et, de façon moindre, de celle provenant de l'œil. Ces premières découvertes confirmées à travers le temps devraient avoir comme conséquence pour les cliniciens, notamment les podologues, de vérifier de façon systématique les répercussions de leurs propositions thérapeutiques par orthèses plantaires. L'épreuve posturodynamique, test clinique rapide et reproductible, le permet. ■

Philippe Villeneuve, François Schuwer,

Sylvie Villeneuve-Parpay

Pédicures-podologues,

Institut de posturologie, Paris (75)

villeneuve-philippe@orange.fr

Références

- Leporck AM. Modification unilatérale des pressions plantaires. Enregistrement stabilométrique et podométrique. In: Pied, équilibre et mouvement. Villeneuve Ph, Weber B. Paris, Masson 2000: 72-77.
- Chêze L, Lavigne A, Bonnefoy A. Analyse 3D cinématique et dynamique de la marche : évaluation de la correction de dysfonctionnements douloureux par orthèses plantaires biomécaniques. In: Villeneuve Ph, Weber B. Pied, équilibre et traitements posturaux. Paris, Masson 2003: 83-91.
- Villeneuve Ph. Traitement postural et orthèse podale : mécanique ou informative. In : Villeneuve Ph, Weber B. Pied, équilibre et traitements posturaux. Paris, Masson. 2003: 93-103.
- Laforest NL. L'art de soigner les pieds, 1782. Fac similé Caducea, Bruxelles, 1979.
- Durlacher L. A treatise on corns, bunions, the diseases of nails, and the general management of the feet. London, Simpkin, Marschal, 1845.
- Thomas TG. 1874. Cité par Brachman P. Shoe Therapy. Illinois Collège of podiatric medicine, Chicago, 1979.
- Withmann R. Observations on seventy-five cases of flat foot. Trans Am Orthop Assoc, 1888.
- Bregegere A. La prothèse podologique étudiée et l'équilibre par la base, Paris, Maloine, 1955.
- Ledos M. Architecture et géométrie du pied. Edité par l'auteur. 1956.
- Ceccaldi A, Moreau GH. Bases biomécaniques de l'équilibration humaine et orthèse podologique. Paris, Maloine, 1975.
- Lelièvre J. Pathologie du pied. 1955. 5^e édition, Paris, Masson, 1981.
- Bourdiol RJ, Capelus F, Ngyen Tan H, Hatoum P. Pied et statique. Paris, Maisonneuve, 1980.
- Baron JB. Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertébrés. Thèse de sciences, Paris, 1955, 158 pages.
- Villeneuve Ph. Cinquième leçon de posturologie. In: Gagey PM, Bizzo G, Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Marucchi C, Villeneuve P. Huit leçons de posturologie. Association Française de Posturologie, 1990.
- Okubo J, Watanabe I, Baron JB. Study on influences of the plantar mechanoreceptors on body sway. Agressologie, 1980; 21D: 61-70.
- Kavounoudias A, Roll JP, Roll R, Gilhodes JC, Bouquerel A. Réponses posturales induites par stimulation vibratoire des afférences cutanées plantaires chez l'homme. In : Pied équilibre et rachis, Ph Villeneuve, Paris, Frison-Roche, 1998.
- Maki BE, Perry SD, Norrie RG and McIlroy WE. Effect of facilitation of sensation from plantar foot-surface boundaries on postural stabilization in young and older adults. Journals of Gerontology 1999; 54A M281-7.
- Perry SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. Brain Res. 2000 Sep 22; 877(2): 401-6.
- Janin M. Modification de critères posturaux par des éléments rétrocapitaux, dits barres antérieures, d'épaisseurs variées. In: Pied équilibre et traitement posturaux. Paris, Masson, 2003.



21. Priplata AA, Niemi JB, Harry JD, Lipsitz LA, Collins JJ. Vibrating insoles and balance control in elderly people. *Lancet*. 2003 Oct 4; 362(9390): 1123-4.
22. Janin M, Toussaint L. Variation du centre de pression lors de stimulations par éléments antérieurs d'orthèse. Nouvelles méthodes de traitement du signal posturographique, Michel Lacour. *Solal* 2004: 153-166.
23. Hinoki M, Ushio N. Lumbomuscular proprioceptive reflexes in body equilibrium. *Acta Otolaryngol* 1975; Suppl. 330: 197-210.
24. Ushio N. Treatment of post-traumatic vertigo accompanied by simple cerebellar ataxia. Efficacy of procainization of lumbar erector muscles. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1975; 330: 129-43.
25. Guillamon JL, Gentaz R, Baudry J. The postural disturbances induced by low back pain. 10th International Symposium on disorder of Posture and Gait. Munich, 1990
26. Dujols A. Quotient plantaire et conflit visuo-podal. *Agressologie*, 1991; 32(3): 192-194.
27. Weerakkody NS, Mahns DA, Taylor JL, Gandevia SC. Impairment of human proprioception by high-frequency cutaneous vibration. *J Physiol.* 2007; Jun 15; 581(Pt 3): 971-80.
28. Lepork AM, Villeneuve Ph. Les épines irritatives d'appui plantaire. Objectivation clinique et stabilométrique. In: Villeneuve Ph. *Pied, équilibre et posture*. Paris, Frison-Roche, 1996: 131-138.
29. Villeneuve Ph. L'épreuve posturo-dynamique. In: Entrées du système postural fin. Sous la direction de Gagey PM & Weber B. Masson, Coll Critique de la posturologie, 1995.
30. Villeneuve Ph, Villeneuve-Parpay S, Vilpert P. Les critères morphologiques sont-ils les seuls à prendre en compte pour traiter les patients présentant des dysmorphoses podales ? In: *Pied, équilibre et mouvement*. Villeneuve Ph, Weber B. Paris, Masson, 2000.
31. Lemaire J, Morin D, Joyal C, Masse S. Fidélité, sensibilité et validation clinique de tests posturaux. In: Villeneuve Ph, Weber B. *Pied équilibre et traitements posturaux*. Paris, Masson 2002: 117-122.
32. Dubuis C, Millien B. Degré de concordance dans l'estimation par deux podologues des tests posturodynamiques et morphostatiques. In: Villeneuve Ph, Weber B. *Pied, équilibre et traitements posturaux*. Paris, Masson 2002: 123-127.
33. Gagey PM, Weber B, Bonnier L, Boquet J, Cornu JY, Ferrey G *et al.* Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Masson, Coll Bois-Larris, 3^e édition 2004, 200 pages.
34. Le Norman, Fourrage R. Examen statique et tests posturaux cinétiques : leurs rôles complémentaires dans le choix de l'orthèse plantaire. In: *Pied, équilibre et traitement posturaux*. Villeneuve Ph, Weber B. Masson 2003: 111-116.
35. Levangie PK. The association between static pelvic asymmetry and low back pain. *Spine*. 1999 Jun 15; 24(12): 1234-42.
36. Dickey JP, Pierrynowski MR, Bednar DA, Yang SX. Relationship between pain and vertebral motion in chronic low-back pain subjects. *Clinical Biomechanics*. Jun 2002; 17 (5): 345-352.
37. Fick & Weber. Cité in Kapandji IA. *Physiologie articulaire*. III. Tronc et rachis. Paris, Maloine, 1982.
38. Robert A Lowett. *Lateral curvature of the spine and round shoulders*. Philadelphia, Blakiston, 1907.
39. Kapandji IA. *Physiologie articulaire*. III, Tronc et rachis, Paris, Maloine, 1982.
40. Fryette HH. *Principes des techniques ostéopathiques*. Paris, Maloine, 1978.
41. Villeneuve Ph, Desenne P, Nouhet B, Schuwer F, Villeneuve Parpay S. Le syndrome de déficience posturale est-il objectivable cliniquement ? In: Villeneuve Ph. *Pied équilibre et rachis*. Frison-Roche, 1998: 209-221.
42. Da Cunha HM, da Silva O. Syndrome de déficience posturale. *J Fr Ophtalmol*. 1986; 9: 747-755.
43. Vierordt K. *Physiologie des Menschen*, Tübingen, 1877.

Principales associations de posturologie

Association posture et équilibre (APE)

(anciennement Association française de posturologie - AFP)
Service de rééducation neurologique
Centre de convalescence et de réadaptation du CHU
23, rue Gaffarel - 21079 Dijon
www.posture-equilibre.asso.fr

Association posturologie internationale (API)

20, rue du Rendez-vous
75012 Paris
www.posturologie.asso.fr



Mise en évidence clinique de la tactique posturale chez la personne âgée

La pratique quotidienne du pédicure-podologue l'amène à recevoir en consultation des patients âgés dont les dysfonctions et pathologies podales entraînent des répercussions sur la posture, la locomotion et l'équilibre, pouvant aller jusqu'à la chute. Afin de mettre en évidence la stratégie de cheville et de hanche chez la personne âgée, nous avons mis en place un test clinique simple : le test d'antépulsion passive.

Les troubles de l'équilibre représentent, chez les personnes de plus de 65 ans, un problème de santé publique, premier motif de consultation chez le généraliste et principale cause de décès accidentels¹. En 1986, Woollacott² a démontré expérimentalement que les réactions d'équilibration des personnes âgées sont différentes de celles des sujets jeunes. En appui sur une plate-forme pouvant se translater et lors du recul de celle-ci, les sujets âgés organisent préférentiellement la régulation de leur stabilité autour de leur articulation coxofémorale, comme le font certains patients neurologiques, ce que Nashner et Mc Collum ont appelé en 1985 la stratégie de hanche³. Dans les mêmes conditions expérimentales, les personnes jeunes et saines, au contraire, utilisent une stratégie de cheville³. Par contre, si on leur diminue leur surface plantaire en appui ou si on anesthésie leurs soles plantaires, ils présentent alors une stratégie de hanche³. En mettant spontanément en évidence chez les personnes âgées, dans les mêmes conditions expérimentales de translation du support, une stratégie de hanche sans avoir subi aucune modification d'appui ou de sensibilité au niveau podal, Woollacott² a proposé implicitement l'existence de cette stratégie de hanche comme critère postural de vieillissement. Il est alors vraisemblable qu'existe une relation entre risque de chute et tactique de hanche chez le sujet âgé².

Nous avons travaillé sur la mise en évidence clinique de la stratégie de cheville et de hanche à partir d'un test clinique simple, rapide et peu inquiétant, pour une utilisation courante en gérontologie : le test d'antépulsion passive⁴. Dans un premier temps, nous avons vérifié qu'il présentait des critères satisfaisants de reproductibilité intra et inter praticiens et, dans un second temps, validé l'hypothèse que ce test permet de distinguer, sans les induire, les deux stratégies.

La validité du test d'antépulsion passive^{4,5,6} a été également appréciée instrumentalement, en comparant la qualification qu'il permet, à celle déterminée par l'enregistrement ataxiométrique de la tête et du bassin dans le plan sagittal⁷.

Une étude multicentrique⁸ a permis de montrer le degré de concordance entre le test d'appui unipodal chronométré,

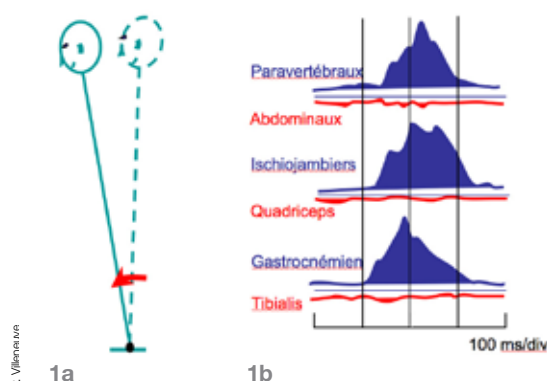
élément du test de Tinetti, reconnu comme un des examens évaluant le mieux le risque de chute traumatique chez la personne âgée^{9,10}, et le test d'antépulsion passive. Cette étude a été réalisée chez des sujets de plus de 50 ans se présentant pour la première fois à la consultation de 13 podologues de pratique libérale.

Stabilité et réaction d'équilibration

En 1985, Nashner et Mc Collum³ ont étudié par une technique neurophysiologique les réactions d'équilibration sur une plate-forme mobile pouvant effectuer des mouvements de translation antéropostérieure dans le plan horizontal. Ils ont observé deux stratégies d'équilibration : la stratégie de cheville et la stratégie de hanche.

Stratégie de cheville

La majorité des sujets jeunes et en bonne santé, lorsqu'ils subissent les mouvements de la plate-forme, réagissent de la même façon, par une réaction initiale des muscles extrinsèques du pied (90 à 100 millisecondes), puis 10 à 20 ms plus tard par les muscles de cuisse, et encore 10 à 20 ms plus tard par les muscles du tronc (figure 1 a et b).



• **Figure 1 a et b.** Stratégie de cheville. Réaction posturale suite à une translation postérieure du support plantaire.

a) Mouvement effectué autour de l'axe des chevilles.

b) Réponse EMG précoce des gastrocnémiens.

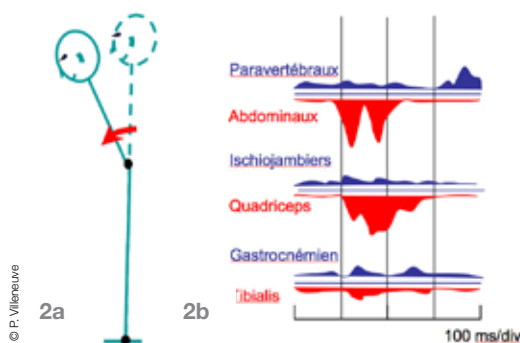
ms/div = millisecondes par division (sur le graphique)

Cette séquence de réaction musculaire distoproximale caractérise la stratégie de cheville³.

Lors d'une rééquilibration en stratégie de cheville, on constate une antépulsion du bassin par rapport à l'axe des chevilles et des épaules par rapport au bassin.

Stratégie de hanche

En 1986, Horak et Nashner¹¹ ont également étudié, sur plate-forme mobile, les réactions d'équilibration de sujets reposant sur un support dont la surface d'appui était inférieure à la surface de contact plantaire habituelle. Lors du mouvement de la plate-forme, tous les sujets ont contracté en premier leurs muscles du tronc et des cuisses. Cette séquence de réaction musculaire proximodistale caractérise la stratégie de hanche³ (figure 2 a et b).



• **Figure 2 a et b.** Stratégie de hanche. Réaction posturale suite à une translation postérieure du support plantaire.
a) Mouvement effectué autour de la coxofémorale.
b) Réponse EMG précoce des abdominaux.

De même, ils ont observé que l'anesthésie de la plante du pied chez l'adulte jeune entraînait une stratégie de hanche : on constate, lors d'une rééquilibration en stratégie de hanche, un mouvement en avant du tronc et un recul du bassin. Ceci a pour conséquence d'amplifier les forces de cisaillement dans le plan horizontal et donc d'augmenter l'instabilité².

La stratégie de hanche s'avère moins performante que la stratégie de cheville dans le maintien de l'équilibre postural.

Intérêt en gérontologie

Cette distinction de deux stratégies, hanche et cheville, a soulevé un grand intérêt en gérontologie depuis que Woollacott² a montré, dans les mêmes conditions de recul de la plate-forme, que les sujets âgés utilisent surtout la stratégie de hanche, sans aucune modification expérimentale de leur capteur podal.

Assurément, nous constatons en podologie combien les phénomènes de vieillissement podal (diminuant spontanément l'intégrité biomécanique et neurosensorielle

des pieds) entraînent des troubles morphostatiques et trophiques, souvent algiques, assortis d'un déclin des capteurs cutanés, musculaires et articulaires. Cette réalité du vieillissement podal, lourde de conséquences (réduction de la surface d'appui plantaire et abaissement de la sensibilité extéroceptive et proprioceptive), est à rapprocher des conditions expérimentales appliquées au capteur podal des sujets jeunes par Nashner et Mc Collum³.

Il n'est alors pas étonnant qu'en 2005, la Haute Autorité de santé ait édité des recommandations professionnelles sur le pied de la personne âgée, recommandant aux pédicures-podologues d'évaluer, dans le cas d'affections podologiques, le retentissement fonctionnel de celles-ci sur l'équilibre et la marche¹².

Le test d'antépulsion passive

De nombreuses études, en rapport avec les troubles de la marche chez les personnes âgées, concluent que la détérioration des mécanismes de contrôle de l'équilibre précède les troubles de la marche. Il paraissait important pour les cliniciens, en s'exonérant du modèle expérimental de Nashner, de mettre en évidence chez les patients les stratégies d'équilibration que nous désignons, dans le reste du texte, plus volontiers comme tactique du centre de gravité ou de hanche, et tactique du centre de pression ou de pied, qui sont deux tactiques de la stratégie globale de l'équilibre^{13,14}.

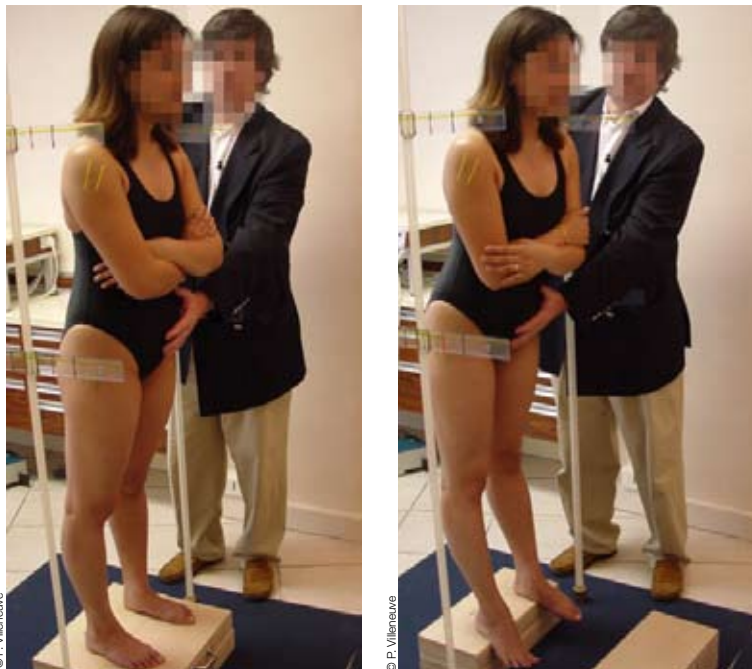
Dans ce but, nous avons étudié un test clinique simple et rapide compatible avec les capacités des sujets âgés. L'idée principale est de provoquer un déséquilibre antérieur discret et progressif de la masse corporelle du sujet et d'apprécier manuellement le mouvement du bassin en retour : soit vers l'avant quand le sujet oscille autour de ses tibiotarsiennes, soit vers l'arrière quand le sujet se meut autour de ses coxofémorales.

Fonctionnement du test

Le patient est debout, bras croisés sur la poitrine, l'écartement de ses pieds correspond à la largeur de son bassin, ses talons sont sur la même ligne (figure 3 a et b).

Le praticien placé sur le côté gauche du sujet applique sa main gauche entre le nombril et le pubis du sujet, et sa main droite transversalement au niveau du dos entre la huitième et la douzième vertèbre dorsale. Il pratique ainsi avec sa main droite une poussée progressive et légère vers l'avant, après avoir expliqué au patient que, traduit en douceur vers l'avant, il doit signaler la perception d'une diminution de contact cutané au niveau de ses talons, visuellement observable par le praticien, si le test est réalisé sur un podoscope. À cet instant, l'examineur apprécie manuellement avec sa main gauche si le bassin du sujet a avancé ou reculé par rapport à sa position de départ.

Avant de l'utiliser en gérontologie, il nous a paru nécessaire de valider l'hypothèse que ce test :



• **Figure 3 a et b.** Test d'antépulsion passive. Positionnement praticien et sujet.
 a) Sur plateau entier, lors de l'étude de reproductibilité, observation de la tactique de pied.
 b) Sur demi-plateau, lors de l'étude de reproductibilité, observation de la tactique de hanche.

– différenciait cliniquement la tactique de pied de celle de hanche ;
 – présentait des critères satisfaisants de reproductibilité inter et intra-praticien.

Validation clinique

La validation clinique de ce test a été objectivée grâce à un protocole, chez le sujet jeune sans pathologie, supposé n'utiliser que la tactique de pied. Afin d'induire une tactique de hanche chez ces jeunes volontaires, nous avons choisi d'associer à l'antépulsion corporelle passive, une diminution de leur surface d'appui plantaire, en plaçant le sujet soit sur un support large (plateau entier), soit réduit à sa moitié postérieure (demi-plateau). Nous nous sommes donc inspirés des deux conditions utilisées en laboratoire par Nashner et Horak : réduction de l'appui plantaire et déstabilisation du sujet immobile au repos. Effectivement, le recul de la plate-forme et la poussée antérieure induisent des contraintes biomécaniques similaires : le centre de gravité s'antériorise par rapport au centre de pression podale. Nous avons également vérifié que la poussée antérieure n'induisait pas la tactique observée avec le test d'antériorisation active⁵.

■ Reproductibilité intra-praticien

Lorsque l'on compare les résultats au test clinique obtenus par le même praticien, la reproductibilité est au moins égale à 87,5 %, pouvant aller jusqu'à 100 %, que ce soit sur le plateau entier ou sur le demi plateau.

■ Reproductibilité inter-praticien

Lorsque l'on compare les résultats au test clinique obtenus par deux praticiens différents, deux fois de suite avec le même sujet, la reproductibilité s'établit entre 87,5 % et 100 % que cela soit sur le plateau entier ou le demi-plateau.

Discrimination de la tactique de pied et tactique de hanche

Lors de la poussée dans le test d'antépulsion passive, en fonction de la condition de support plantaire, les examinateurs ont constaté un mouvement avant du bassin, témoin d'une tactique de pied, ou un mouvement arrière du bassin, représentatif d'une tactique de hanche. De plus, entre la condition de support plantaire en plateau entier générant pour les deux tests un mouvement du bassin vers l'avant et celle, en demi-plateau, entraînant un recul, la différence de résultats est hautement significative : la probabilité qu'elle soit due au hasard est inférieure à une possibilité sur 10 000 ($p < 0,0001$).

Objectivation ataxiométrique du test clinique d'antépulsion passive

Le fil du premier ataxiomètre est accroché à l'arrière d'un bandeau placé sur le front du sujet : il mesure le déplacement (converti en mm) de la tête dans le plan sagittal ; le fil du second, accroché à l'arrière d'une ceinture placée au dessus des grands trochanters, mesure donc, dans le même plan, le déplacement du bassin du sujet. Qualitativement, lorsque le tracé du déplacement du bassin pendant le mouvement d'antépulsion va dans le même sens que celui de la tête, la corrélation entre ces deux tracés se situe entre 0 et 1 : elle indique que le sujet est en tactique de pied ; lorsqu'elle se situe entre 0 et -1, tête et bassin ont évolué en opposition : la corrélation indique alors une tactique de hanche.

Les enregistrements ataxiométriques confirment donc les résultats cliniques du test d'antépulsion passive. Cette première approche instrumentale montre que lorsqu'il est pratiqué sur sol dur, le test d'antépulsion passive est un examen clinique fiable.

Test d'appui unipodal chronométré et test d'anté pulsion passive

L'expérience clinique des premiers utilisateurs du test d'anté pulsion passive indique qu'outre les deux réponses typiques d'avancée et de recul du bassin à la poussée antérieure, il existe des réponses intermédiaires, en

particulier un début d'avancée du bassin qui, en fin de mouvement, devient un recul. Cette réponse mixte (dite intermédiaire) est souvent accompagnée d'une supination de la main de l'examineur qui traduit une antéversion du bassin du sujet.

L'étude multicentrique a confirmé que plus l'âge avance, plus la tactique de hanche (figure 4) est probable ; mais elle peut apparaître dès la cinquantaine (dans l'étude, 55 ans). La tactique de pied peut, à l'inverse, exister encore à un âge avancé (dans l'étude, 84 ans). La différence entre les âges moyens de ces deux types de tactique est hautement significative. Les tactiques intermédiaires se trouvent plus volontiers aux âges intermédiaires (dans l'étude, entre 52-76 ans).

Le temps d'appui unipodal (figure 5), élément du test de Tinetti¹⁵ (1986), est reconnu comme l'un des examens qui évaluent le mieux le risque de chute traumatique chez la personne âgée. Les études de Vellas⁹ et Herndon¹⁰, en 1997, ont montré que les personnes ne pouvant se maintenir plus de 5 secondes sur un pied avaient un risque de chute grave plus élevé.



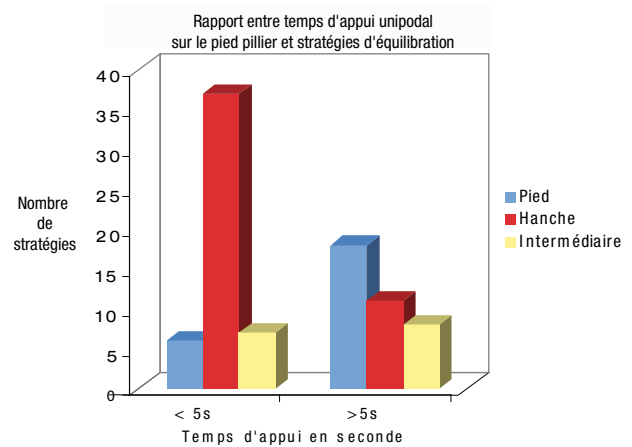
© P. Villeneuve

• **Figure 4.** Test d'anté pulsion passive. Sujet en tactique de hanche.

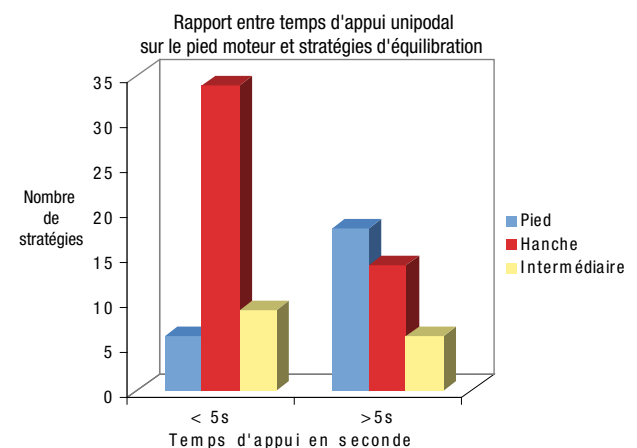


© P. Villeneuve

• **Figure 5.** Test unipodal.



• **Schéma 1.** Temps d'appui unipodal sur le pied pilier.



• **Schéma 2.** Temps d'appui unipodal sur le pied moteur.



L'étude montre une concordance entre les deux tests : les temps inférieurs à 5 secondes sont significativement plus nombreux en tactique de hanche qu'en tactique de pied, aussi bien sur un pied que sur l'autre (*schémas 1 et 2*). Le test d'antéimpulsion passive entre alors dans les tests de dépistage du risque de chute et cible la tactique de hanche.

Conclusion

La fiabilité d'un test est évaluée à travers la reproductibilité intra et inter-praticiens. Le test d'antéimpulsion passive est reproductible et discriminatif de la tactique de hanche ou de pied.

Le test d'antéimpulsion passive instrumentalement validé, a montré sa complémentarité avec le test unipodal chronométré référant dans l'évaluation du risque de chute traumatisante chez la personne âgée.

Il paraît intéressant de pouvoir appréhender simplement par appréciation clinique si un patient a toujours sa tactique de "jeune" ou bien présente une tactique de "personne âgée" ou tactique de hanche.

En complément des tests déjà reconnus, le test d'antéimpulsion passive permet d'évaluer le risque de chute chez la personne âgée, d'objectiver le résultat des thérapeutiques pédicures et orthétiques adaptées aux pathologies et dysmorphoses liées à l'âge se répercutant sur la posture et la locomotion.

Il entre enfin dans la perspective d'une clinique posturologique reconnue parce que reproductible. ■

Sylvie Villeneuve-Parpay, Philippe Villeneuve,
Pédicures-podologues, Paris (75)
villeneuve-philippe@orange.fr

Références

1. OMS. Rapport d'un groupe de travail OMS avec la collaboration du Centre international de Ggérontologie sociale. Aspects médico-sociaux des accidents chez les personnes âgées. CIGS, 1983.
2. Woolacott MH. Gait and postural control in the aging adult. In: Bles W, Brandt Th. Disorders of posture and gait. Amsterdam, Elsevier, 1986: 325-36.
3. Nashner LM, Mc Collum G. The organisation of human postural movements: a formal basis and expérimental synthesis. Behav Brain Sci 1985; 8: 135-72.
4. Villeneuve-Parpay S, Villeneuve Ph, Weber B. Mise en évidence clinique de la stabilisation posturale en fonction de l'appui plantaire : test d'antéimpulsion passive. In: Hérisson C, Cornu JY, Aboukrat P, Belhassen S. Pied et posturologie. Montpellier, Sauramps médical, 2001: 175-83.
5. Villeneuve-Parpay S, Weber B, Villeneuve Ph. Analyse semi-quantitative des stratégies d'équilibration : position de la hanche et de l'épaule dans le test d'antéimpulsion active. In : Dupui Ph, Montoya R, Lacour M. Posture et équilibre. Physiologie, techniques, pathologies. Marseille, Solal, 2003: 71-9.
6. Villeneuve-Parpay S, Villeneuve Ph, Weber B. Test d'antéimpulsion et d'antéimpulsion : recherche clinique de la tactique d'équilibration. Perspectives thérapeutiques. In : Weber B, Villeneuve Ph. Pied, équilibre et traitements posturaux. Paris, Masson. 2003: 104-10.
7. Leblanc V, Villeneuve Ph, Boucher J, Villeneuve-Parpay S, Thoumie Ph. Objectivation ataxiométrique du test clinique d'antéimpulsion passive. In: Lacour M, Weber B. Bipédie, contrôle postural et représentation corticale. Coll. Posture & Équilibre. Solal, 2005: 281-8.
8. Villeneuve Parpay S, Weber B, Villeneuve Ph. Temps d'appui monopodal et test d'antéimpulsion passive. Recherche multicentrique d'une relation possible. In: Weber B, Villeneuve Ph. Dysfonctions motrices et cognitives. Paris, Masson, 2005: 114-20.
9. Vellas RJ, Wayne SJ, Romero IJ, Baumgartner RN, Garry PJ. Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. Age Ageing. 1997; 26: 189-93.
10. Herndon JG, Helmick CG, Sattin RW, Stevens JA, De Vito C, Wingo PA. Chronic medical conditions and risk of all injury events at home in older adults. J Am Geriat Soc 1997; 45: 739-43.
11. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements : adapting to altered support-surface configurations. J neurophysiol 1986; 55 (6): 1369-81.
12. HAS. Le pied de la personne âgée, 2005.
13. Gagey PM, Bizzo G, Ouaknine M, Weber B. La tactique du pied. In: Weber B, Villeneuve Ph. Pied, équilibre et traitements posturaux. Paris, Masson. 2003: 16-21.
14. Weber B. Stratégie et tactiques du système postural fin. In: Gagey PM, Weber B. Entrées du système postural fin. Paris, Masson, 1995: 139-46.
15. Tinetti ME. Fall risk index for elderly patients based on number of chronique disabilities. Am J Med 1986; 80: 429-34.



Recherche clinique et traitements posturaux

Le traitement des manifestations du syndrome de déficience posturale s'est établi progressivement, par des mises au point cliniques. Il fait appel à une manipulation raisonnée de ses entrées, essentiellement sole plantaire, œil et l'ensemble mâchoire-bouche. Le regroupement schématisé des résultats essentiels de ces recherches permet d'argumenter la cohérence du concept de système postural d'aplomb.

Trente ans après les premières approches objectives des asymétries toniques de la position orthostatique, il existe un corpus de données qui valide l'analyse des troubles fonctionnels de déficience posturale encore trop méconnus.

L'examen d'un sujet qui se plaint d'une souffrance de l'axe corporel a été progressivement établi à partir d'observations systématiques, comme le montrent les articles de Philippe et Sylvie Villeneuve¹. Elles ont été étayées d'une expérimentation clinique qui ne relève ni de l'épidémiologie ni de travaux en laboratoire centrés sur la recherche de l'étiologie déterminante, clé d'un traitement spécifique.

Ce travail d'observation et de recherche clinique est issu de la démonstration, en 1974, par Pierre-Marie Gagey, que le tonus des muscles antigravitaires de l'homme au repos – ceux qui assurent en permanence sa station debout – n'est jamais symétrique². Il s'agit d'une asymétrie tonique qu'il est possible de quantifier. Elle se situe dans des limites objectives qui sont franchies lorsqu'existe une plainte du sujet résumée par une souffrance de son axe corporel intitulée initialement "syndrome de déficience posturale"³ et qu'il semble aujourd'hui préférable de qualifier de "syndrome de l'axe" ou de "défaut d'aplomb". La traduction la plus indiscutable de ce franchissement des limites de la symétrie tonique est apportée par la stabilométrie (normes 85)⁴.

Cette technique d'enregistrement permet d'évaluer précisément les modifications du tonus postural qu'apporte sa manipulation, immédiatement et à terme. Mais autant cet outil est utile au suivi du traitement qui gère la régulation posturale par manipulation de son information – proprioceptive disaient certains –, autant n'est-il qu'un appoint à l'analyse diagnostique des déterminants de l'asymétrie tonique⁵.

Recherche clinique

Ainsi, à la recherche d'une entrée du système postural d'aplomb manipulable efficacement, la stabilométrie, seul moyen clinique actuel de "mesure" d'une situation posturale qui génère une souffrance de l'axe corporel, n'en donne qu'une appréciation insuffisante, bien que précise, parce que trop globale. Sur l'enregistrement, le sujet est représenté par un point, le centre de pression. Ses déplacements, assimilables à ceux du centre de gravité et définis

par un certain nombre de paramètres (normes 85), traduisent à la fois le contrôle des oscillations posturales et les multiples réactions régulatrices du tonus, deux facteurs interdépendants mais distincts⁶.

C'est alors l'appréciation du tonus de posture et de ses asymétries qui qualifie l'examen clinique. Elle dépend de l'examineur, c'est-à-dire, en fait, du rapport – physique, psychologique, affectif – qu'il établit avec le sujet. Sujet dont le tonus est justement un moyen de traduire, au-delà de cette régulation automatique et inconsciente de sa stabilité, son rapport personnel au monde qui l'entoure, expression que, consciemment ou non, il contrôle plus ou moins. Or cette appréciation du tonus est essentielle : elle permet de confirmer les pistes qu'évoquent en général un interrogatoire minutieux, mais surtout de détecter l'entrée du système postural qu'elle désigne comme accès à une manipulation thérapeutique. Ce repérage ne signifie pas pour autant que ladite entrée soit la cause du trouble tonique observé mais signifie que sa manipulation permettra de modifier la dysfonction tonique, d'en vérifier immédiatement l'amplitude et de proposer la stimulation permanente (semelles, soins dentaires, prisme...) qui en assurera la permanence.

La procédure, proposée initialement par Meersseman⁷ en 1988 pour l'examen mandibulaire, représente le prototype de cette recherche lorsque la stimulation (mettre un plan de morsure entre les dents, enlever des lunettes, stimuler une zone de la sole plantaire...) provoque une modification du tonus. Lorsqu'une modification apparaît, l'entrée manipulée est suspectée intervenir dans la genèse des troubles présentés. Elle offre, en cela, une possibilité de modifier l'information que fournit cette entrée au système postural jusqu'à corriger l'anomalie tonique. Il est alors absolument nécessaire que la variation du tonus observée traduise effectivement les effets de la manipulation, c'est-à-dire qu'elle soit répétable, systématique et suffisante pour être indiscutable.

De la subjectivité à l'objectivité

L'appréciation, subjective, du tonus postural demande une validation objective. Cette dernière condition – une réponse suffisamment explicite pour être indiscutable – dépend évidemment, à variation tonique identique, de l'expérience de l'examineur, de sa subjectivité. La validité de cette réponse



peut pourtant être objectivée, mais en termes de qualité et à deux niveaux : celui de la compétence de l'examineur (il retrouve la même réponse pour la même variation de tonus), que l'on peut qualifier de "reproductibilité isolée"; celui de l'ensemble des examinateurs compétents (chez un sujet donné, la même variation du tonus est appréciée de la même façon par plusieurs examinateurs), alors qualifiée de "reproductibilité partagée".

La reproductibilité isolée manifeste la compétence de l'examineur : la fiabilité de son examen est directement en rapport avec sa maîtrise des tests cliniques qu'il utilise, ce qui signifie que, dans l'absolu, le choix de ces tests parmi ceux disponibles importe moins que la qualité de l'usage qu'il en fait.

La reproductibilité partagée, en revanche, dépend, elle, du test utilisé, quelles que soient les raisons qui la favorisent ou la limitent (facilité d'exécution, sensibilité particulière à certaines entrées, situation des muscles impliqués dans les chaînes fonctionnelles, difficulté de compréhension par le sujet de sa participation...). Plus encore qu'au praticien isolé, cette reproductibilité est nécessaire au travail en réseau. Chaque intervenant doit pouvoir retrouver les réponses toniques que lui signale son correspondant, même si sa pratique diffère habituellement de la sienne. Au-delà de cette nécessité clinique immédiate, la reproductibilité partagée constitue la base d'une reconnaissance des traitements posturaux par la communauté des acteurs de soin, ce que la mode dénomme "*Evidence Based Medicine*", soit, pour parler français, la traditionnelle et nécessaire "bonne pratique" éthique et médico-légale de tout traitement.

L'examen clinique du tonus postural nécessite donc que soit analysé, apprécié et validé chacun des tests qu'une pratique déjà ancienne a montré utilisables pour explorer plus ou moins efficacement les variations du tonus de posture.

Pour une méthode de recherche

Dans leur principe, les impératifs d'une objectivation du tonus postural ne diffèrent en rien de ceux de toute recherche biologique, étant entendu que cette recherche clinique ne saurait mettre en évidence la cause de la dystonie; elle ne vise qu'à établir une différence, prédite, entre deux situations (yeux ouverts et yeux fermés, avec et sans stimulation...).

La démarche nécessite donc la définition précise de l'objectif, en fonction de :

- l'état actuel des connaissances et de l'hypothèse à valider;
- l'organisation du protocole en fonction du recrutement, des méthodes statistiques utilisables et des moyens techniques disponibles;
- un exposé des résultats, clairement différencié de leur interprétation.

Mais l'examen du tonus postural appelle, en outre, certaines précautions qui lui sont propres. En effet, il varie sans cesse en fonction non seulement de la

situation instantanée du système postural, mais aussi des événements de son passé récent. Cette variabilité, conséquence du fonctionnement non linéaire du système postural d'aplomb⁶, nécessite le tirage au sort de l'ordre chronologique des étapes de tout protocole (la série de manipulations A, B, C ne donne pas les mêmes réponses que la série B, C, A, non plus que A, C, B...). En conséquence, le résultat d'une stimulation ne traduit pas son effet, au sens où la brûlure de la peau entraîne le retrait du membre qui la subit, mais elle traduit la modification des régulations du système dans cette situation particulière, c'est-à-dire ses capacités d'adaptation. Par ailleurs, il n'est pas possible de définir un sujet posturalement "normal", mais seulement un sujet "sans plainte posturale avérée" dont le rôle du témoin nécessite de le recruter dans une population aussi proche que possible de celle du sujet supposé en défaut d'aplomb (par exemple, importance de l'âge pour le test d'antéimpulsion passive). Enfin, il n'existe pas de proportionnalité entre l'intensité de stimulation d'une entrée du système et la réponse observée sur le tonus postural. Ces particularités contraignantes, logiquement cohérentes avec l'hypothèse d'un système postural d'aplomb⁶ à boucles de régulation multiples, étagées et en interactions permanentes, ont été progressivement dégagées par les recherches, en général non universitaires, de cliniciens engagés. Elles ont été étayées par les travaux plus physiologiques de laboratoires universitaires, par exemple ceux de Roll, Lacour et Assaiante⁸, dans lesquels sont établis ses fondements théoriques.

Un corpus de posturologie clinique

Les cliniciens, confrontés aux réalités qu'ils observaient, ont pris le temps et se sont donnés les moyens d'objectiver deux caractères essentiels de la régulation du tonus postural, avec lesquels le thérapeute ne peut pas transiger : la non-linéarité stimulation-réponse et les interactions des différentes entrées.

La non-linéarité stimulation-réponse

Confirmant la démonstration initiale de Jean-Bernard Baron sur l'altération de la musculature extra-oculaire du poisson⁹, ces recherches cliniques ont prouvé que, chez l'homme, une réponse corrigeant une asymétrie tonique n'est obtenue que pour une intensité de stimulation cantonnée dans une plage étroite et pour des valeurs faibles (cette particularité avait conduit Pierre-Marie Gagey à baptiser initialement le système postural d'aplomb, système postural "fin"). Les valeurs plus fortes annulent, voire inversent la réponse. Cette donnée fondamentale a été retrouvée pour les prismes oculaires^{10,11} et les orthèses¹²⁻¹⁴. On peut ajouter que les dentistes connaissent depuis longtemps certaines conséquences déplorables des surpasseurs minimes sur les dents qu'ils traitent, sans avoir toujours bien intégré leur versant postural¹⁵.



Les interactions des différentes entrées

Les capacités de régulation (compensation) du système postural d'aplomb sont considérables. L'entrée mise en cause par l'examen du spécialiste du pied, de l'œil ou de la bouche révèle souvent l'implication d'une autre entrée. Ceci est particulièrement fréquent pour les rapports entre œil et mâchoire observés par des ophtalmologistes¹¹, des orthoptistes^{16,17}, des opticiens¹⁸ et des kinésithérapeutes¹⁹, mais aussi entre pied et mâchoire²⁰, pied et œil^{21,22}.

Ces confirmations pratiques des données argumentées concernant le système postural ont été permises par la mise au point et l'évaluation, sous forme de tests codifiés, d'une appréciation semi-quantitative du tonus postural. L'épreuve posturodynamique, très appréciée et largement validée, et le test d'antéimpulsion passive, utile au-delà de 50 ans et, lui aussi validé, en constituent de bons exemples. Il en est d'autres²³ : signaler les plus fréquemment utilisés permet d'illustrer les aspects pratiques de ce travail de validation toujours en cours.

Le test de piétinement de Fukuda

L'un des plus anciens, certainement le plus étudié et le mieux validé est le test de piétinement de Fukuda. Il nécessite une mise en œuvre rigoureuse et ne peut être répété trop souvent chez les sujets fragiles ou âgés, en raison de la fatigue qu'il peut provoquer. Dans sa forme complète avec rotation de tête (calcul du gain nuca), il possède l'incontestable avantage d'utiliser le sujet comme son propre témoin et de tester le tonus postural en mouvement mais en situation quasi-statique (dans les limites du polygone de sustentation). Il est pratiqué soit les bras tendus vers l'avant à l'horizontal, soit les bras ballant le long du corps dans leur mouvement spontané avec des résultats équivalents^{24,25}.

La verticale de Barré

Référence statique ancienne, cette appréciation semi-quantitative (dont la précision pourrait être améliorée par l'utilisation d'une photographie numérique répétitive) répond peu ou pas immédiatement aux stimulations des entrées (contrairement aux autres tests), mais évolue à terme lorsque ces manipulations ont été trouvées immédiatement efficaces sur d'autres réponses.

Le test des pouces montants de Piedallu, dit de Bassani

C'est le type du test commode, rapide, très utile à celui qui en a une longue pratique. Mais s'il est sans conteste reconnu comme fidèle par ceux qui le pratiquent (reproductibilité isolée), il est difficile à valider d'un clinicien à l'autre (reproductibilité partagée). L'interprétation de ses modalités (yeux fermés), non expérimentée, reste sujette à discussions.

Le test de rotateurs d'Autet

Bien que très différent de pratique (sujet allongé à plat dos, mobilisation des membres inférieurs par l'examineur, mise en jeu d'interactions toniques), ce test se situe en clinique

quotidienne dans la même situation que le test des pouces : très informatif pour le praticien qui l'utilise régulièrement, il est difficile à maîtriser. Sa première validation partagée est récente et partielle²⁶.

Le test de convergence podale

De pratique proche du test des rotateurs mais d'interprétation différente, ce test, souvent utilisé par les podologues, n'est pas encore validé.

La déstabilisation sur mousse

Utilisée depuis les débuts de la recherche posturale, elle a d'abord été mesurée sur plate-forme de stabilométrie. Elle permet d'examiner les répercussions posturales des modifications de l'information plantaire, en particulier lors de ce que Dujols a nommé conflit visuo-plantaire²². Elle est surtout pratiquée cliniquement en utilisant l'épreuve posturodynamique comme critère de jugement, en sachant que chaque type de mousse induit, en fonction de ses caractéristiques physiques, des réponses qui lui sont propres.

Vers une autoformation

La recherche clinique de posturologie est autoformatrice. Chaque praticien dispose ainsi aujourd'hui d'un éventail de tests qui sécurisent l'appréciation du tonus qu'il examine. Cette évaluation correspond bien à une réalité clinique objective dont les variations ont toute chance de traduire l'action de la manipulation de l'entrée qu'elle a désignée comme accessible à ce traitement.

Ce corpus est un bien commun à la disposition de chaque clinicien – il a été construit dans cette perspective – mais il a un prix : il ne restera valide que s'il est en permanence mis à jour et enrichi. Cette évidence peut bien entendu être perçue comme inutile, moralisatrice ou déplacée. Elle est, au contraire, l'expression d'une démarche de qualité telle que la réclament aujourd'hui certains patients et les autorités sanitaires. Effectivement, quelle que soit son expérience en la matière, aucun clinicien n'est à l'abri d'une erreur de jugement, pas plus que ne l'est n'importe quel individu sur n'importe quel sujet.

Critiquer, améliorer les tests existants, pour soi-même d'abord, en proposer de nouveaux en les validant pour ensuite (outre le plaisir que procure toute découverte) revisiter sa pratique, cette attitude permet, mieux que toute formation continue – dont cette démarche constitue d'ailleurs un élément –, d'affiner sa pratique. Et, à défaut de toute motivation personnelle, cette formation permanente est devenue et restera vraisemblablement une exigence professionnelle que justifie socialement l'évolution très rapide de nos connaissances. ■

Bernard Weber

Médecin,

Vice-président de l'Association de posturologie internationale



Références

- Villeneuve P et Villeneuve-Parpay S. In: Villeneuve Ph, Weber B. Pied, équilibre et mouvement. Paris, Masson, 2000.
- Gagey PM, Asselain B, Ushio N, Baron JB. Les asymétries de la posture orthostatique sont-elles aléatoires ? *Agressologie*. 1974; 18 (2): 277-83.
- Da Cunha Martins H. Le syndrome de déficience posturale (SDP). *Agressologie*. 1987; 28: 941-5.
- Normes 85, Association française de posturologie (APE), 20, rue du Rendez-Vous, 75012, Paris.
- Gagey PM, Weber B, Scheibel A, Bonnier L. Le syndrome de déficience posturale : analyse rétrospective d'observations cliniques. In: Lacour M. Posture et équilibre. Contrôle postural, pathologies et traitements, innovations et rééducation. Solal 2002: 73-9.
- Gagey PM, Weber B. Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. 4^e éd, Paris, Masson, 2007.
- Meesserman GM. Évaluation de la relation entre occlusion et posture. *Le dentiste moderne*, 1988; 6: 5-9.
- Cf. les publications de l'API chez Elsevier-Masson et la collection APE "Posture et équilibre", chez Solal.
- Baron JB. Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertébrés. Thèse Sciences, Paris, 1955.
- Baron JB, Fowler E. Prismatic lenses for vertigo and some experimental background of the role of the extrinsic ocular muscles in disequilibrium. *Trans Am Acad Ophthal. Oto-laryngol*, 1952; 56: 916-26.
- Marucchi C, Weber B, Zamfiresco F. L'ophtalmologie et la posture. In: Dupont Ph. Les troubles de l'équilibre. Frison-Roche, 1992: 53-63.
- Lepork AM. Modification unilatérale des pressions plantaires. Enregistrement stabilométrique et podométrique. In: Villeneuve Ph, Weber B. Pied, équilibre et mouvement. Masson, 2000 :72-7.
- Janin M. Modification des critères posturaux par des éléments retrocapitaux dits barres antérieures d'épaisseurs variées. In: Villeneuve Ph, Weber B. Pied, équilibre et mouvement. Masson, 2000 : 146-50.
- Rousselle I, Poupard L, Janin M, Sartene R. Comparaison d'un traitement postural par port d'une talonnette et par stimulation podale. In: Weber B, Villeneuve Ph. Pied équilibre et traitements posturaux. Masson, Paris, 2003: 165-169.
- Bonnier LR, Weber B. Gestion pluridisciplinaire de nos traitements. *Le Chirurgien-dentiste de France*, 2003; 1133: 50-9.
- Coupin I, Levy M. La coordimétrie de version objective cliniquement, l'inhibition de l'oculomotricité due aux malocclusions. *Postura*, 2006; 8: 4-7.
- Ridel I, Bonnier L, Weber B. Orthoptistes et occlusion dentaire. *J. fr. Orthoptique*, 2004; 36: 125-33.
- Bonnier LR, Habif M. Prise en charge des ADAM par l'odontologiste. Un risque diagnostique méconnu : les visions défectueuses. *Le Chirurgien-dentiste de France*, 2002; 1083: 239-41.
- Mondié JG, Weber B. Incidences et symptômes du couplage oculo-mandibulaire dans les cervicalgies dites communes. In: Lacour M. Nouvelles méthodes de traitement du signal posturographique. Marseille, Solal, 2004: 137-44.
- Legendre-Batier S, Levy M. Répercussion de l'équilibre mandibulaire sur l'angle tibio-tarsien. *Postura*, 2006; 8: 13-15.
- Barraud-Crouzet D. Des perturbations posturaux qui étonnent l'orthoptiste. In: Lacour M, Gagey PM, Weber B. Posture et environnement. Montpellier, Sauramps, 1997: 161-162.
- Dujols A. Quotient plantaire et conflit visuo-podal. *Agressologie*, 1991; 32: 192-4.
- On trouvera leur description précise et la justification de leur validité dans Gagey PM, Weber B. Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. 3^e éd, Paris, Masson, 2004.
- Thiry G. Occlusion et posturologie. Thèse chirurgie dentaire, Reims, 2000.
- Jais L, Weber B. La meilleure façon de piétiner. Comparaison de deux protocoles de l'épreuve de Fukuda. In: Dupui Ph, Montoya M, Lacour M. Posture et équilibre. Physiologie, techniques, pathologies. Marseille, Solal, 2003: 81-89.
- Mathurin B. Le test des rotateurs. Recherche de l'asymétrie tonique segmentaire. In: Lacour M, Weber B. Bipédie, contrôle postural et représentation corticale. Solal, 2005: 289-292.

QUIZ

- D'un point de vue biomécanique, quelles sont les deux principales stratégies d'équilibration ?
- Quelle est la principale cause de mortalité au-delà de 65 ans ?
- Doit-on percevoir une stimulation plantaire pour qu'elle ait une quelconque efficacité posturale ?
- Un relief épais calant mécaniquement le pied aura-t-il un effet postural ?
- Les orthèses plantaires doivent-elles uniquement comporter des reliefs inférieurs à 4 mm ?

D. Tout relief placé sous un pied est susceptible de modifier la posture.
D. Tout relief placé sous un pied est susceptible de modifier la posture.
D. Tout relief placé sous un pied est susceptible de modifier la posture.
 souvent utiliser des hauteurs comprises entre 4 et 6 mm.

A. La stratégie de cheville qui correspond à la réaction d'équilibration physiologique retrouvée chez les sujets jeunes et en bonne santé, et la stratégie de hanche retrouvée chez certaines personnes âgées ou de patients neurologiques.
B. La chute est le premier responsable des décès aussi bien chez la femme que chez l'homme.
C. Non. Diverses expérimentations ont apporté la preuve que des stimulations du système podal intralminaires au seuil de