

Figures A et B.

QUANTIFIER L'ÉQUILIBRE EN KINÉSITHÉRAPIE

Analyser l'équilibre de l'Homme debout n'est plus l'apanage de quelques spécialistes : c'est maintenant possible de façon efficace en kinésithérapie, par **une méthode d'évaluation séquentielle de l'équilibre en 3 analyses**. Celle-ci est simple à mettre en œuvre et à interpréter, avec un matériel beaucoup plus abordable qu'auparavant. PAR JÉRÔME GRAPINET¹

Le vieillissement de la population est en marche. Le kinésithérapeute va être quotidiennement confronté à des patients presbyastasiques² ou neurologiques ayant **comme doléance majeure une déficience d'équilibre debout**. Avec la crainte de chuter, et ses conséquences fonctionnelles ou psychologiques.

Les techniques d'évaluation de l'équilibre ne sont pas nouvelles. De Vierordt (en 1860) à Nashner, de nombreux médecins, chercheurs, kinésithérapeutes ont étudié la question avec des abords et des objectifs parfois différents. L'Equitest, avec ses jauges à 100 Hz, reste la référence en Rééducation vestibulaire³ et en expertise médicale, du fait de sa fiabilité à faire le tri dans l'utilisation des entrées sensorielles de l'équilibration. Ainsi que sa capacité à détecter une stratégie d'équilibre anormale, dite "de hanche". Depuis une dizaine d'années sont apparues des plates-formes motorisées translationnelles qui reproduisent une situation de chute en glissement. Leur intérêt est d'évaluer la rapidité des réactions para-chutes chez les personnes âgées. Dans un autre domaine très spécifique, la "posturologie" utilise des plates-formes de stabilométrie statiques à trois capteurs de force afin d'observer

en position fixe, dite de Romberg, les micro-mouvements de l'équilibration 40 fois par seconde. Mais laissons à nos amis posturologues l'évaluation de la posture initiée par le Dr Gagey et ses collègues, il y a plus de 30 ans.

Notre propos est différent : **comment, avec un matériel beaucoup moins coûteux, permettre à tous les kinésithérapeutes ou rééducateurs, même non spécialistes, de quantifier utilement et avec pertinence les performances de l'équilibre ?** Comment prévoir et orienter la rééducation ? Comment objectiver les progrès imputables à la rééducation ? Ceci dans un langage kinésithérapique clair, compréhensible par les médecins prescripteurs et les services médicaux des caisses, à l'heure de l'inévitable évaluation de nos rééducations. C'est à ce défi que nous avons travaillé depuis de nombreuses années afin de valider l'utilité d'une méthode sur un grand nombre de sujets.

Pour ce faire, il est nécessaire d'utiliser une plaque à 1 600 capteurs de pression [fig. A]. Celle que nous utilisons est de type Biorescue⁶. Ces plates-formes, appelées baropodomètres, étaient initialement conçues pour les podologues. Certes, elles offrent une précision

CHIFFRE CLÉ

3. C'est le nombre d'analyses indispensables à une évaluation de l'équilibre complète

moins d'environ 10 % que les plates-formes de force à 3 capteurs. Mais ceci est sans importance puisque, n'étant pas posturologues, nous n'analysons pas ce qui se passe 40 fois par seconde. En revanche, ces grandes plates-formes de 60 x 60 cm présentent d'énormes avantages en pratique courante pour le kinésithérapeute clinicien qui observera la forme des tracés obtenus par le déplacement du centre de pression des pieds. Enfin, elles sont extra-fines, de seulement 4 mm d'épaisseur, ce qui permet de poser un accessoire par-dessus pour donner de la mobilité. Ou inversement, de poser ces plaques à capteurs sur un appareil créant une mobilité contrôlable [fig. D].

Trois analyses sont à réaliser dans l'ordre suivant :

1) L'observation du positionnement des pieds en position naturelle ou de confort

Cette première analyse ne demande qu'une dizaine de secondes. Debout sur la plaque, le patient se place dans la position qui lui convient le mieux, en évitant la position bien symétrique des pieds à 30°, dite de Romberg. On peut lui demander de piétiner sur place pour être certain d'obtenir la position "écologique".

À chaque personne correspond une position naturelle, assez reproductible et rarement symétrique, tant pour les placements que pour la répartition des pressions plantaires. Ce positionnement propre à chaque individu est toujours parlant pour le clinicien. Il peut être modifié par des événements pathologiques. L'Homme debout n'est jamais statique. Nous allons donc observer pendant quelques secondes le comportement plantaire en visualisant les changements d'appui qui sont "vivants". Très souvent on observe un passage en appui bord externe-bord interne d'un pied. Ou des changements d'appuis plantaires rythmiques avant-arrière plus ou moins importants, fréquemment accélérés et accentués dans les maladies neurologiques ou chez la personne âgée. Pour finir, l'opérateur cliquera pour enregistrer l'image de l'empreinte plantaire [fig. C] avec la visualisation du centre moyen de pression (cdp) total, le centre de pression individuel de chaque pied, ainsi que la ligne passant par ces 3 points. Une position anormalement postériorisée de cette ligne vers les talons se retrouve fréquemment en cas d'équilibre précaire. De plus, avec l'âge, les déformations structurales du pied sont un facteur de déstabilisation par modification des ancrages au sol.

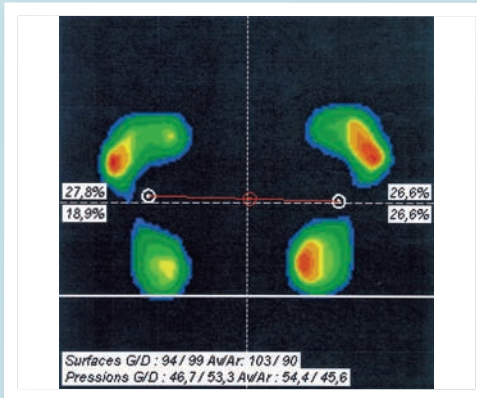


Figure C.



Figure D.

Toutes ces observations collectées en quelques secondes, apportent quantité d'informations tant orthopédiques que neurologiques.

2) L'analyse hexa-séquentielle

Cette analyse de l'équilibre qui utilise la fonction essentielle de double-tâche se fait en 6 séquences. Les 3 premières sur plate-forme stable, les 3 suivantes sur plate-forme instable.

TEST D'ÉVALUATION

- 1) Quel est l'intérêt de l'analyse hexa-séquentielle en neurologie ?
 - a) L'utilisation de la double-tâche.
 - b) Le nombre de séquences.
- 2) Quel élément permet de prévoir s'il existe une marge importante ou non de progression en rééducation ?
 - a) La forme des tracés.
 - b) Le découpage temporel des séquences.
- 3) Par quel indicateur les Limites de stabilité montrent une amélioration du contrôle moteur de l'équilibre ?
 - a) L'augmentation de la surface.
 - b) La forme de la surface.

1. a / 2. b / 3. a

RÉPONSES

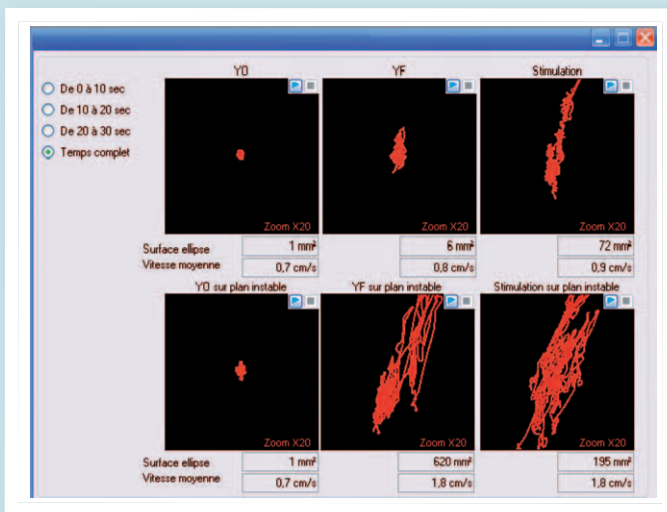


Figure E.

Pour obtenir une bonne analyse en conditions dynamiques instables, il est nécessaire d'avoir une mobilité assez douce, c'est-à-dire faible en amplitude et en vitesse, autorisant un contrôle permanent du patient. Des conditions chaotiques ne permettent pas une analyse suffisamment reproductible de l'équilibre. En pratique nous poserons simplement, sur notre plaque à capteurs, un coussin en mousse très dure légèrement convexe au-dessous, et surmonté d'une plaque rigide qui sera en contact avec les plantes des pieds [fig. B]. Celui-ci est positionné pour laisser libre le mouvement antéro-postérieur de flexion-extension de cheville. Rappelons deux notions fondamentales : d'abord, s'il y a lieu de choisir, une déstabilisation antéro-postérieure est préférable, car elle est moins facilement détectée par le cerveau qu'une déstabilisation latérale, facilement détectée "plus haut" au niveau des hanches. Ensuite, tant pour l'analyse que pour la rééducation, il faut toujours éviter les surfaces molles telles que de la mousse en contact direct avec les pieds. Si le praticien est plus spécialisé, il pourra aussi utiliser un système plus évolué qui peut être bloqué, débloqué et contrôlé en amortissement [fig. D]. Dans ce cas, c'est la plaque à capteurs qui est posée en permanence sur l'appareil.

En pratique, chacune des 6 séquences d'enregistrement dure 30 secondes. Le patient est, comme précédemment, debout en position naturelle de confort.

- La 1^{re} séquence consiste à enregistrer l'équilibre les yeux ouverts.
- La 2^e se fait les yeux fermés.
- La 3^e se fait en utilisant la nouvelle notion très importante en rééducation, qu'est la

double-tâche. Ici il s'agit de garder son équilibre debout les yeux fermés tout en comptant très lentement de 30 vers 0, à voix haute. Pas plus rapidement qu'un chiffre toutes les deux secondes. Ceci est réalisable par quasiment tous nos patients. Pourquoi cette lenteur de comptage ? Pour ne pas lancer un automatisme de comptage, mais passer par la mémoire de travail⁴. Il s'agit alors d'une vraie double-tâche d'équilibration et de cognition (réflexion).

Les trois dernières séquences sont les mêmes, avec la plate-forme rendue légèrement instable.

- La 4^e se fait en conditions instables avec les yeux ouverts.
- La 5^e se fait instable les yeux fermés.
- La 6^e et dernière se fait instable en double tâche les yeux fermés avec comptage lent à rebours.

Quelles informations peut-on recueillir en observant le tracé du cdp dans ces six séquences successives [fig. E] ? Tout d'abord par l'observation de la forme du tracé de sa course dans chaque séquence. Celui-ci est-il bien centré comme sur un confetti ? S'il est étalé, comment l'est-il ? Puis, par comparaison entre les 6 tracés. La fermeture des yeux, ou le fait de réfléchir pour compter à l'envers, augmente-t-il l'instabilité ? A-t-on, au contraire, un meilleur équilibre en comptant ? Chez certains simulateurs, la tâche cognitive rend plus difficile la création d'un faux tracé par exagération des oscillations. D'une manière générale, il existe des tracés caractéristiques de familles de comportements moteurs d'équilibration. Les grandes oscillations posturales se rencontrent volontiers dans certaines maladies neurologiques telles que les ataxies. Un tracé restant sur des directions antéro-postérieures, avec ce que nous appelons une "petite écriture", se retrouve souvent dans les atrophies cérébelleuses et chez la personne âgée.

Une autre observation s'avère très utile pour prévoir les capacités de récupération d'un patient : le découpage des séquences dans le temps. Dans chaque séquence de 30 s, on compare les tracés de 0 à 10 s, puis de 10 à 20 s, et de 20 à 30 s. Si le déséquilibre augmente systématiquement, c'est un signe de faibles possibilités de récupération. Ceci est dû à une fatigabilité tant physique qu'attentionnelle ou des performances motrices déjà à leur maximum. Si, au contraire, chaque séquence va vers une amélioration du contrôle moteur, il s'agit d'un signe de potentiel rééducatif important.

3) Les limites de stabilité (LDS)

La dernière analyse recommandée est la plus

active des trois. On parle de limites de stabilité "actives". Les LDS ne sont pas toujours réalisables. Il arrive parfois que la personne testée ait des difficultés à visualiser ce qui lui est demandé (Alzheimer...) ou que le contrôle moteur debout soit quasi inexistant. Protocole : en position de confort des pieds, le patient voit apparaître successivement et aléatoirement huit flèches sur l'écran qui est devant lui. À chaque fois qu'une flèche apparaît, en pressant sur ses pieds, il doit faire monter, le long de celle-ci, un petit curseur qui n'est autre que son centre de pression. Il doit donc aller le plus loin possible dans des directions imposées. Et surtout, élément important, se tenir le plus longtemps possible en position maximale, pendant les 10 secondes d'apparition de chaque flèche. Car le résultat, donné sous forme d'une enveloppe octogonale tiendra compte de la capacité à tenir la position demandée. En superposant les graphiques successifs [fig. F], on visualisera immédiatement les progrès réalisés proportionnellement à l'augmentation de surface des octogones.

Conclusion

L'association de ces trois analyses permet une quantification de l'équilibre adaptée à bien des domaines de la kinésithérapie. De l'orthopédie à la neurologie, en passant par la psychomotricité et la gériatrie. L'important est d'avoir un matériel pratique et une méthode reproductible pour comparer un patient par rapport à lui-même dans le temps. Afin d'évaluer ses progrès au cours de la rééducation. L'utilisation de la double-tâche associant cognition et équilibration est une notion récemment admise en kinésithérapie que nous recommandons fortement depuis plusieurs années, du fait de son immense intérêt en neurologie et en gériatrie. Avec l'évolution des technologies, nous utilisons déjà des micro-capteurs inertiels de type Bioval⁶ qui, collés à certains endroits stratégiques du corps, permettent de comparer les variations des appuis plantaires aux déplacements du bassin et de la tête. Il est donc maintenant possible de

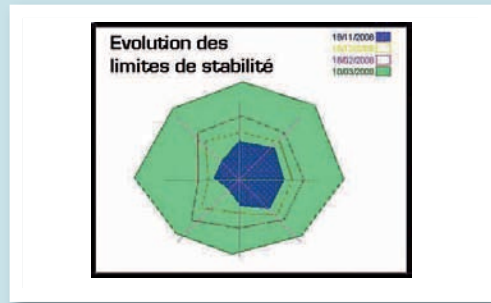


Figure F.

mettre en évidence une stratégie de hanche significative d'une dégradation importante de l'équilibre. Rappelons aussi qu'aucune méthode de posturographie n'a jamais permis d'établir un diagnostic médical, à savoir prétendre à l'identification d'une maladie. En revanche l'imagerie plantaire et les graphiques obtenus correspondent à des mesures fonctionnelles fiables qui permettent d'établir un diagnostic kinésithérapique. À l'heure où les référentiels kinésithérapiques se mettent en place, ces outils d'évaluation des déficiences dans le domaine de l'équilibre, adaptés à la pratique kinésithérapique moderne, sont une aide précieuse pour justifier la poursuite de nos traitements. ■

¹Kinésithérapeute-ostéopathe libéral. Rééducateur vestibulaire depuis 1989. Ancien attaché au laboratoire d'ORL du CHU de Besançon. Chargé de cours à l'IFMK de Besançon et Dijon. Effectue des travaux de recherche sur des systèmes biomédicaux et de réalité virtuelle sensorielle et motrice. Responsable de projet à l'Institut Supérieur d'Ingénieurs biomédicaux (ISI-FC).

²Conséquences du vieillissement physiologique sans signe neurologique patients ayant pour conséquence une difficulté à tenir debout.

³Rééducation Vestibulaire est un nom déposé à l'INPI.

⁴Merci au Pr Stanislas Dehaene du Collège de France pour son aide.

⁵Equistab (fig. D) est le nom d'appareils faisant l'objet de recherches de pointe à l'Institut Supérieur d'Ingénieurs biomédicaux de Besançon.

⁶Biorescue et Bioval de RM Ingénierie.

Une conférence sur ce sujet aura lieu au salon Rééduca, au Parc floral de Vincennes, vendredi 14 octobre de 15 h à 15 h 45.

BIBLIOGRAPHIE

- Sensory feedback in human posture control.** Thèse de Michael-Lewis Nashner. Archives du Massachusetts Institut of Technology - MVT-70-3, juin 1970. Téléchargeable sur www.vestibulaire.com, rubrique "Posturographie dynamique".
- Brain mechanisms of serial and parallel processing during dual-task performance.** Mariano Sigman - Stanislas Dehaene. *Journal of Neuroscience*, 28(30):7585-7598, July 2008.
- Parsing a cognitive task: a characterization of the mind's bottleneck.** Mariano Sigman - Stanislas Dehaene. *PLoS Biol*, 3(2):e37, February 2005.
- Analyser l'équilibre en double-tâche. La méthode hexa-séquentielle.** Jérôme Grapinet. Publication issue du congrès SIRV- Bordeaux, mai 2011.