



Quels tests en pratique clinique quotidienne pour diagnostiquer les déficits fonctionnels associés à l'instabilité chronique de cheville ? Intérêts du dispositif Myolux™

ROMAIN TERRIER ^{1,2} & NICOLAS FORESTIER ¹

- 1 Laboratoire de Physiologie de l'Exercice EA4338, Université Savoie Mont-Blanc, France
- 2 CEVRES Sante, Savoie Technolac – BP 322, le Bourget du Lac, France

Mots-clés: cheville, évaluation, force, équilibre dynamique, chaîne cinétique fermée

Key words: ankle, assesement, strength, wdynamic balance, closed kinetic chain

— RÉSUMÉ —

L'entorse de cheville représente le traumatisme sportif le plus fréquent, ce qui impose aux kinésithérapeutes et préparateurs physiques d'unir leurs efforts afin d'éviter le développement de l'instabilité chronique de cheville (ICC). Au-delà d'une prise en charge efficace, la détection des ICC sur la base de critères objectifs représente une question centrale. L'analyse quantifiée de la performance posturale orthostatique représente une option largement étudiée de détection et de suivi des déficits associés à l'ICC. La revue de littérature de *Mc Keon & Hertel* (2008, part I) démontre que si la performance posturale est clairement altérée (bilatéralement) suite à un épisode aigu et unilatéral d'entorse, ce type de

déficit n'est pas systématiquement observé au moyen des mesures traditionnelles (trajectoire et vitesse de déplacement du centre de pression (CP)) dans le cadre de l'ICC (i.e. à distance de tout épisode traumatique). Face à ce constat, des mesures complémentaires aux paramètres classiques d'analyse de la performance posturale ont été proposées. Un type d'analyse (time-to-boundary, TTB), qui apporte des informations spatiotemporelles précises sur le contrôle postural, a démontré sa sensibilité de détection des sujets en situation d'ICC (*Hertel & Olmsted-Kramer 2007; McKeon & Hertel 2008*). La détection de sujets en ICC sur la base de l'analyse de leur performance posturale orthostatique devrait donc systématiquement intégrer l'étude de ces paramètres. Néanmoins, une telle analyse instrumentée reste compliquée à mettre en œuvre en dehors des laboratoires de recherche, et tout particulièrement dans le contexte des cabinets de rééducation ou de l'entraînement sportif. Cet article s'attache à proposer d'autres tests originaux, aisés à mettre en œuvre en pratique et capables d'objectiver les altérations fonctionnelles caractéristiques de l'ICC. Nous proposons notamment des valeurs diagnostics pour (i) un test sensorimoteur simple d'équilibration dynamique en condition d'instabilité spécifique de l'arrière pied et (ii) un test simple de performance en charge des muscles éverseurs de cheville.

— INTRODUCTION —

L'entorse latérale de cheville représente un enjeu médico-économique majeur de par la fréquence de ses occurrences et les coûts qu'elle génère. La problématique est d'autant plus importante dans le milieu sportif puisque certaines études révèlent qu'elle représente jusqu'à un quart de l'ensemble des traumatismes recensés⁽¹⁾ et que les taux de récurrences suite à l'entorse initiale sont particulièrement élevés, atteignant plus de 70%⁽²⁾. Dans ce contexte, et au-delà de la mise en place d'une démarche de rééducation efficace en cas d'épisode traumatique aigu, le kinésithérapeute du sport joue un rôle indispensable, tant pour préserver l'intégrité physique des joueurs que pour optimiser leur performance individuelle et collective, en proposant des protocoles de prévention ciblés et adaptés afin d'éviter le développement de l'instabilité chronique de cheville (ICC). Une telle démarche nécessite de diagnostiquer efficacement et précisément les déficits fonctionnels qui caractérisent l'instabilité chronique de cheville afin (i) d'orienter de manière privilégiée les sujets à risque vers un protocole de prévention et (ii) de suivre l'évolution des déficits liée à l'intervention proposée. L'évaluation de la performance posturale orthostatique, supposée dégradée chez les personnes atteintes d'ICC, est fréquemment utilisée à ces fins. L'objectif de cette contribution consiste, sur la base des informations disponibles dans la littérature scientifique, à évaluer la pertinence de ces évaluations et à proposer des alternatives adaptées, concrètes et exploitables en pratique clinique quotidienne et en préparation physique.

— INSTABILITÉ CHRONIQUE DE CHEVILLE ET PERFORMANCE POSTURALE ORTHOSTATIQUE —

Une revue de littérature relativement récente⁽³⁾ a cherché à proposer une synthèse des nombreuses données disponibles sur les relations entre instabilité de cheville et performance posturale orthostatique. La conclusion est claire : la performance posturale orthostatique sur plateforme de forces, classiquement évaluée au moyen de paramètres simples comme le déplacement (trajectoire et/ou surface) ou la vitesse de déplacement du centre des pressions (CP), est altérée consécutivement à une entorse aiguë. Il est par ailleurs intéressant de noter qu'il existe un consensus sur la présence de tels déficits bilatéralement suite à une entorse unilatérale. Cet état de fait démontre que le déficit sensorimoteur causé par l'entorse n'est pas l'expression de la seule altération localisée des mécanorécepteurs périphériques mais qu'il existe également une altération centrale (i.e. traitement de l'information). En pratique, ce type d'information milite en faveur d'une prise en charge bilatérale systématique. Par ailleurs, il est intéressant de

noter que des sujets en instabilité chronique, à distance de tout événement traumatique, présentent des performances posturales orthostatiques comparables à celles de sujets sains. Ces analyses semblent donc inopérantes dans une visée de détection de déficits fonctionnels et de suivi de leur évolution suite à l'inclusion dans un protocole de prévention. Face à ce constat, les auteurs ont proposé de s'intéresser à un paramètre qui apporte des informations plus précises sur l'organisation spatio-temporelle du contrôle postural : le « time-to-boundary » (TTB). Ce paramètre a démontré sa capacité à détecter les déficits fonctionnels de sujets ICC^(4,5). Il reflète le temps nécessaire au CP, à un instant donné en fonction de sa position et de sa vitesse de déplacement, pour atteindre la limite de la base de sustentation. Si le CP sort de la base de sustentation, le sujet est en situation de déséquilibre. Autrement dit, le TTB indique à chaque instant la marge temporelle qui sépare le sujet du déséquilibre, dans les directions antéro-postérieure et médio-latérale. Les études précitées ont démontrées que les valeurs de TTB sont significativement plus faibles chez des sujets en ICC, en comparaison à des sujets sains. En d'autres termes, les sujets ICC ont à chaque instant une marge de sécurité temporelle qui les sépare de la perte d'équilibre plus faible que les sujets sains, et ce dans les directions antéro-postérieure et médio-latérale. Ce paramètre est donc incontournable à toute démarche de détection et de suivi des déficits fonctionnels associés à l'ICC par le biais de l'étude instrumentée de la performance posturale orthostatique. Le matériel et les compétences nécessaires ne sont cependant pas accessibles au plus grand nombre sur le terrain. Il semble donc pertinent de proposer des tests complémentaires, pertinents et aisés à mettre en place.

— QUELS TESTS FONCTIONNELS ACCESSIBLES AU RÉÉDUCATEUR ET PRÉPARATEUR PHYSIQUE —

Contrôle postural dynamique

Le Star Excursion Balance Test (SEBT) consiste à atteindre dans 8 directions la distance la plus importante sans bouger le pied d'appui (évalué). Sa version simplifiée illustrée sur la [figure 1](#) et utilisée en pratique clinique, se limite aux 3 directions principales. Après un léger échauffement, il est demandé aux sujets de se tenir en équilibre unipodal, les mains sur les hanches, puis d'atteindre avec le membre inférieur controlatéral la plus grande distance dans trois directions, la direction antérieure, la direction postéro-médiale, et la direction postéro-latérale. Les sujets effectuent trois essais par direction dans un ordre aléatoire. Tout manquement aux consignes de réalisation (perte d'équilibre, appui trop prononcé, déviation par rapport à la direction du pointage, perte de contact mains/hanches) invalide l'essai en cours.



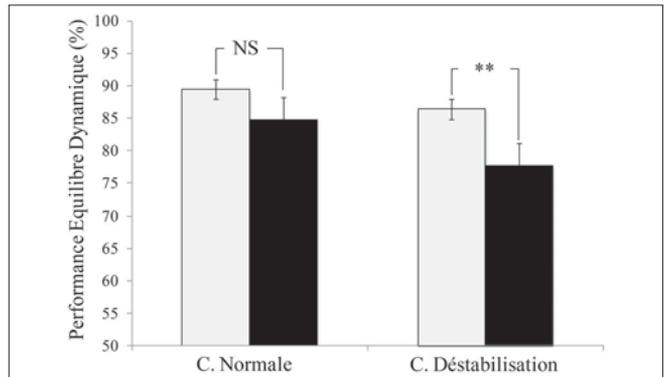
► Figure 1 : illustration du Star Excursion Balance Test (SEBT). Le test est ici réalisé pour la cheville droite, dans la direction postéro-médiale.



► Figure 2 : illustration du Star Excursion Balance Test (SEBT) en condition instable spécifique à l'arrière-pied. Le test est ici réalisé pour la cheville droite, équipée du dispositif Myolux™ Medik II, dans la direction postéro-médiale.

Dans ces conditions, la distance atteinte, relativisée à la longueur du membre inférieur (distance de la crête iliaque antéro supérieure à la malléole interne), présente une sensibilité satisfaisante pour le diagnostic des déficits fonctionnels du membre inférieur ⁽⁶⁾, et ce même lorsque la distance est mesurée manuellement, sans instrumentation ⁽⁷⁾, ce qui en fait un test facilement exploitable sur le terrain. Ce paramètre n'est cependant pas spécifique à la seule instabilité chronique de cheville, même si certaines études mettent en évidence des performances altérées chez les patients ICC en comparaison à des sujets sains ⁽⁶⁾. L'inclusion de perturbations dans ces tests d'équilibre dynamique (surfaces instables ou altération des entrées visuelles) permet d'en augmenter la spécificité vis-à-vis de problématiques particulières ⁽⁸⁾. Dans le cadre d'une étude récente, nous avons cherché à évaluer si une déstabilisation spécifique de l'arrière-pied lors d'un SEBT (figure 2) permettait d'interroger plus directement les capacités de contrôle sensori-moteur de la cheville. Une déstabilisation spécifique, localisée uniquement sous l'arrière pied et inspirée de la mécanique sous-talienne (dispositif Myolux™ Medik II, CEVRES Santé, France) est indispensable car elle permet de contraindre la cheville de manière ciblée, alors qu'une déstabilisation multidirectionnelle sur plateau instable ou sur mousse sollicite d'avantage la région lombaire ⁽⁹⁾.

Cette étude menée sur 22 sujets (11 sujets sains et 11 sujets ICC sélectionnés sur la base des critères édictés par l'International Ankle Consortium) a mis en évidence que la performance au test d'équilibre dynamique des patients ICC est significativement différente de celle des sujets sains, et ce uniquement en situation d'instabilité spécifique de la cheville ($F(1,10) = 5,44, p < 0.05$). En d'autres termes, et comme illustré sur la figure 3, le SEBT a permis de détecter l'altération de contrôle sensorimoteur des sujets ICC, uniquement dans le cadre d'une réalisation sur un support instable spécifique à la cheville.



► Figure 3 : illustration de la mise en évidence de l'altération de la performance (distance atteinte, relativisée à la longueur du membre inférieur) d'équilibre dynamique spécifique à la condition déstabilisation. En gris les sujets sains, en noir les sujets ICC.

La déstabilisation spécifique (physiologique) de l'arrière pied en inversion doit donc être considérée comme un révélateur des déficits sensorimoteurs associés à l'instabilité chronique de cheville lors d'un test d'équilibre dynamique (SEBT). Dans cette condition instable, la performance globale (moyenne des trois directions) des sujets sains est de 84.7 % de la longueur du membre inférieur. L'intervalle de confiance à 95 % pour cette population est de [81.5; 87.8]. La performance des sujets ICC est de 77.6 % de la longueur du membre inférieur, avec un intervalle de confiance à 95 % de [73.7; 81.5]. Autrement dit, on peut considérer que la performance au SEBT d'un sujet sain, sur un support instable spécifique à la cheville, doit être au moins équivalente à 82 % de la longueur du membre inférieur. Celle des sujets ICC est inférieure. Ces données permettent de mettre en évidence la pertinence du test d'équilibration dynamique sur support instable d'arrière pied et permet de proposer un seuil minimal de performance correspondant à une cheville stable.

Test de faiblesse des éverseurs:

Certaines études suggèrent que les tests isocinétiques permettent de mettre en évidence une faiblesse concentrique et excentrique des éverseurs de cheville ^(10, 11). Il n'existe néanmoins pas de consensus clair à ce sujet dans la littérature, et certains auteurs ⁽¹²⁾ attribuent ces résultats contradictoires au caractère déconnecté de ce type de tests vis-à-vis de la fonction physiologique réelle des éverseurs de cheville et de la physiopathologie de l'entorse de cheville. Par ailleurs, force est de constater que les évaluations isocinétiques sont très peu utilisées en pratique par les cliniciens ou préparateurs physiques ⁽¹³⁾ du fait des contraintes qu'elles génèrent sur les plans économique, de l'encombrement ou du temps nécessaire à leur mise en œuvre. Face à ces constats, notre équipe a récemment proposé un test original, à la fois fonctionnel et aisément transférable à la pratique quotidienne des thérapeutes et préparateurs physiques. Une étude récente ⁽¹⁴⁾ a démontré que l'analyse des caractéristiques cinématiques d'un mouvement contrôlé d'inversion de cheville en charge (i.e. contre la résistance du poids du corps) permet de différencier un groupe de sujets sains d'un groupe de sujets en situation d'ICC. Comme l'illustre la **figure 4**, ce test consiste à demander aux sujets de contrôler une inversion de cheville en charge, en appui unipodal, en maîtrisant donc leur poids de corps. Cette étude a permis de mettre en évidence lors de ce test des pics de vitesses angulaires plus importants chez des sujets ICC (aux alentours de 80°/sec), par rapport à des sujets sains (aux alentours de 40°/sec). Ces données révèlent une incapacité à maîtriser efficacement l'inversion de cheville en charge, traduisant ainsi un déficit excentrique des éverseurs. Une zone seuil entre 50 et 60°/sec permet de distinguer les sujets ICC (au-delà de la borne supérieure) des sujets sains (en-deçà de la borne inférieure).



► Figure 4 : illustration du test fonctionnel de performance des éverseurs. Il s'agit d'effectuer un nombre maximal de cycles inversions/éversions en charge. Le sujet est ici debout, en appui unipodal sur sa jambe droite.

Une autre étude récente a permis de révéler que cet indicateur est plus sensible qu'un tests isocinétique puisque, sur la même population, le test fonctionnel a permis de discriminer les sujets sains et ICC, alors que ce n'était pas le cas des paramètres isocinétiques. De plus, il existe un indicateur fonctionnel de faiblesse des éverseurs encore plus aisé à évaluer en cabinet et sur le terrain. Sur la base du même test que celui précédemment décrit mais avec un dispositif non instrumenté de capteurs, nous avons cherché à évaluer si le simple nombre de répétitions de cycles d'inversions et éversions de cheville en charge (appui unipodal sur un dispositif Myolux™ Medik II, CEVRES Santé, France) permettait de différencier la performance d'une cheville d'un sujet sain de celle d'un patient ICC. Sur la population décrite précédemment (étude sur le test d'équilibre dynamique, 11 sujets sains et 11 sujets ICC), les résultats ont mis en évidence une différence significative du nombre de répétitions successives, en contrôlant l'inversion (travail excentrique) et en réalisant des éversions explosives (travail concentrique en charge) ($z=2.3$, $p<0.02$). Plus précisément, l'intervalle de confiance à 95 % associé aux valeurs des sujets sains est de [14; 31]. La performance des sujets ICC est quant à elle associée à un intervalle de confiance à 95 % de [1;14]. Nous pouvons donc considérer que la réalisation d'un minimum de 15 répétitions successives d'inversions lentes/éversions explosives représente un test représentatif de la performance des éverseurs de cheville d'un sujet sain. En deçà de ce seuil, nous pouvons considérer, sur la base d'un test fonctionnel simple, qu'il existe une faiblesse des éverseurs. Un tel déficit fonctionnel conditionne l'instabilité articulaire et il convient de restaurer ce paramètre pour stabiliser activement et efficacement l'articulation.

— AUTRES TEST POSSIBLES —

Tests d'amplitude en dorsiflexion

Les sujets en situation d'ICC ont un déficit de flexion dorsale ⁽¹⁵⁾. Un test réalisé en charge peut révéler une antériorisation du talus qu'il convient de ré-harmoniser au moyen de mobilisations articulaires spécifiques, alors qu'un test réalisé en décharge révèle de manière privilégiée un déficit d'extensibilité du triceps sural, ce qui représente un facteur d'exposition au traumatisme non négligeable.

Tests de force des abducteurs de hanche

Différentes études ont mis en évidence un déficit de force des abducteurs de hanche chez les sujets en ICC ⁽¹⁶⁾. Une faiblesse des abducteurs de hanche engendre une externalisation de la force de réaction au sol et augmente donc le moment inverseur de cheville, majorant ainsi le risque d'entorse latérale. Les auteurs présentent une méthode simple de test de la force des abducteurs de hanche en charge, au moyen d'une sangle et d'une jauge de



contrainte. Ces tests relativement aisés à mettre en place peuvent trouver une place de choix dans la détection des déficits exposant au risque d'entorse latérale de cheville sur le terrain.

— CONCLUSION —

En conclusion, l'analyse de la performance posturale orthostatique selon les méthodes et paramètres traditionnels n'apparaît pas adaptée à la détection et au suivi des déficits fonctionnels spécifiques de l'instabilité chronique de cheville. Si le kinésithérapeute ou le préparateur physique veut persister dans cette voie, il doit idéalement intégrer le calcul du paramètre « time-to-boundary (TTB) ».

Par ailleurs, les acteurs de terrain disposent de tests et de valeurs seuils pertinents et plus aisés à mettre en œuvre, parmi lesquels :

- Le test d'équilibration dynamique (SEBT) dans les trois directions principales, avec intégration d'une déstabilisation spécifique de l'arrière-pied. Dans ces conditions, la distance moyenne (trois essais dans chacune des trois directions) atteinte par les sujets doit au minimum correspondre à 82 % de la longueur du membre inférieur (de la crête iliaque antéro-supérieure au centre de la malléole interne) pour être représentative de la performance sensorimotrice d'un sujet sain.
- Le test fonctionnel de faiblesse des éverseurs en charge. Sur un dispositif adapté et en appui unipodal, le sujet doit réaliser des inversions de cheville contrôlées (lentes) suivies d'éversions explosives (rapides). Un sujet sain parvient au minimum à réaliser 15 cycles.

Ces deux tests nécessitent un dispositif spécifique de déstabilisation physiologie de l'arrière pied. Dans le cadre des études présentées ici, le dispositif Myolux Medik II a été utilisé.

Des tests complémentaires, comme l'évaluation de l'amplitude en dorsiflexion en charge, l'extensibilité du triceps sural, ou encore le test de force des abducteurs de hanche peuvent également être mis en œuvre.

Finalement, la palette des moyens de diagnostic et de suivi est donc riche et exploitable dans le but d'optimiser et de rationaliser les démarches de prévention de la pathologie traumatique la plus répandue.

Conflits d'intérêt: Romain Terrier a un lien d'intérêt avec la société CEVRES santé qui développe les dispositifs Myolux™, Nicolas Forestier n'a aucun lien d'intérêt.

— CONTACT —

Contact : Romain Terrier,
Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, Savoie Technolac
– BP 70322, F – 73377 Le Bourget du lac,
Tel: +33(6) 04 59 15 40,
e-mail : romain.terrier@cevres.com

— BIBLIOGRAPHIE —

- 1) O'Loughlin PF, Murawski CD, Egan C, Kennedy JG. Ankle instability in sports. *Phys Sport Med* 2009; 37(2): 93-103
- 2) Yeung MS, Chang KM, So CH, Yuan WY: An epidemiological Survey on ankle sprain. *Br J Sports Me* 1994; 28:112-116.
- 3) McKeon PO, Hertel J. Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: Can Deficits Be Detected With Instrumented Testing? *J Athl Train* 2008a; 43(3): 293-304.
- 4) Hertel J, Olmsted-Kramer LC. Deficits in time-to-boundary measures of postural control with chronic ankle instability. *Gait & Posture* 2007; 25(1): 33-39.
- 5) McKeon P, Hertel J. Spatiotemporal postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *BMC Musculoskelet Disord* 2008b; 9: 76. doi:10.1186/1471-2474-9-76.
- 6) Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train* 2012; 47(3): 339-357.
- 7) Bastien M, Moffet H, Bouyer L, Perron M, Hébert LJ, Leblond J. Concurrent and discriminant validity of the Star Excursion Balance Test for military personnel with lateral anklesprain. *J Sport Rehabil* 2014; 23(1): 44-55.
- 8) Nardone A, Schieppatti M. The role of instrumental assesment of balance in clinical decision making. *Eu J Phys Rehab Med* 2010; 46:221-237.
- 9) Forestier N, Terrier R, Teasdale, N. Ankle Proprioceptive Signals Relevance for Balance Control on Various Support. An exploratory study. *Am J Phys Med Rehab* 2014; 94(1):20-27.
- 10) Hartsell HD, Spaulding SJ. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Br J Sports Med* 1999; 33(4): 255-258.
- 11) Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes PH, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train* 2002; 37(4): 487-493.
- 12) Edouard P, Fourchet F, Collado H, Degache F, Leclair A, Rimaud D, Calmels P. Invertor and evertor strength in track and field athletes with functional ankle instability. *Isokin & Ex Sci* 2011; 19: 91-96.
- 13) Plante JE, Wikstrom EA. Differences in clinician-oriented outcomes among controls, copers, and chronic ankle instability groups. *Phy Ther Sport* 2013; 14(4): 221-226.
- 14) Terrier R, Rose-Dulcina K, Toschi B, Forestier N. Impaired control of weight bearing ankle inversion in subjects with chronic ankle instability. *Clin Biomech* 2014; 29: 439-443.
- 15) Hoch MC, Andreatta RD, Mullineaux DR, et al. Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res* 2012; 30(11):1798-1804.
- 16) Lee SP, Powers CM. Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait Posture* 2014; 39(3): 933-938.