

# QUEL EST L'IMPACT DE LA CHAUSSURE DE SKI SUR LA PROPRIOCEPTION DE LA CHEVILLE ?

Brice PICOT<sup>1</sup>

Jean-Louis CAILLAT-MIOUSSE<sup>2</sup>

Pascal TOSCHI<sup>3</sup>

Nicolas FORESTIER<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Kinésithérapeute

<sup>2</sup> Kinésithérapeute cadre de Santé  
École de kinésithérapie du CHU  
de Grenoble (38)

<sup>3</sup> Kinésithérapeute  
Aix-les-Bains (73)

<sup>4</sup> Maître de conférences  
Université de Savoie

## RÉSUMÉ

Les données de la littérature montrent que l'immobilisation prolongée induit une altération de la proprioception. Le but de cette étude est de vérifier si le port régulier de chaussures de ski alpin peut entraîner une diminution de la proprioception au niveau de la cheville. Pour cela, nous avons réalisé chez 67 sujets (34 moniteurs de ski alpin et 33 sujets contrôles) un test de repositionnement passif, révélateur du sens de la position articulaire de la cheville.

Nos résultats montrent, chez les sujets du groupe "moniteur", une augmentation d'environ 3 degrés des erreurs de positionnement moyennes ( $p < 0,01$ ) et d'environ 5 degrés concernant les erreurs absolues ( $p < 0,01$ ).

Ce travail appuie l'idée selon laquelle le port prolongé d'une chaussure de ski altère le sens de la position articulaire de la cheville. Nous pensons qu'il serait donc intéressant de mettre en place des programmes de prévention chez les professionnels du ski constamment soumis au port de ce type de chaussure.

## SUMMARY

Data from the literature shows that prolonged immobilisation alters proprioception. The aim of this study was to ascertain whether wearing alpine ski boots regularly can lead to reduced ankle proprioception. We passively tested ankle joint position sense of 67 subjects (34 alpine ski instructors and 33 control subjects).

Our results show that subjects from the "ski instructor" group had an increase of 3 degrees of signed position errors ( $p < 0.01$ ) and about 5 degrees regarding absolute errors ( $p < 0.01$ ).

This work supports the idea that prolonged wearing of ski boots alters joint position sense at the ankle. We think, therefore, that a prevention program for ski professionals, who are constantly subjected to wearing these types of shoes, could be of interest.

## MOTS CLÉS

Chaussure de ski - Cheville - Proprioception

## KEYWORDS

Ski boots - Ankle - Proprioception

L'IMMOBILISATION prolongée, consécutive au port d'un plâtre par exemple, l'alitement (*bed-rest*) ou encore la microgravité sont autant de situations associées à une diminution la proprioception [1].

Les altérations proprioceptives sont rapides. Moirello *et al.* [2] en font état au niveau du coude, et ce dès 12 heures d'immobilisation.

La chaussure de ski alpin induit une immobilisation de toutes les articulations du pied [3], ce qui questionne sur l'influence que peut avoir cette immobilisation sur la proprioception des articulations de la cheville. Nous pensons que ce type de chaussure, très rigide, peut modifier les capacités proprioceptives de la cheville au

même titre qu'une immobilisation stricte. Néanmoins, il est vrai que ce type d'immobilisation reste relatif puisque les skieurs quittent les chaussures en fin de journée.

Pourtant, certains auteurs [3] ont déjà suspecté les effets délétères de la chaussure de ski sur les capacités proprioceptives mais, à l'heure actuelle, aucune étude n'est encore parue sur le sujet, malgré les 7,7 millions de français qui s'adonnent à la pratique du ski tous les ans [4].

De plus, les professionnels du ski comme les moniteurs, les pisteurs secouristes ou encore les skieurs de haut niveau sont quotidiennement soumis au port de la chaussure. Ces der-

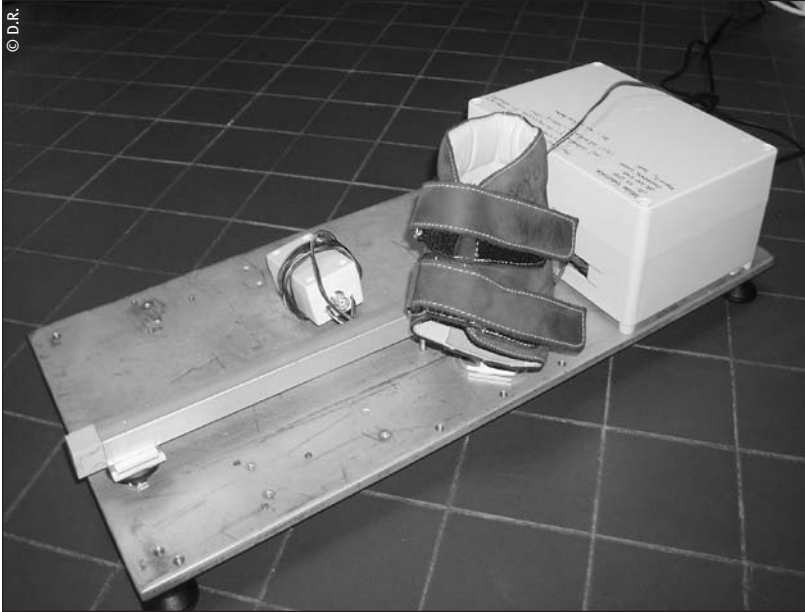


Figure 1

Orthèse Myolux® équipée du potentiomètre

niers décrivent un sentiment d'insécurité et d'instabilité au niveau de leurs chevilles en fin de saison de ski, ce qui renforce encore l'intérêt d'une mesure directe des capacités proprioceptives des chevilles enregistrées chez des sujets non porteurs de chaussures de ski et des professionnels du ski.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Une étude transversale randomisée, non contrôlée, a été réalisée en simple aveugle entre le 2 et le 8 mars 2009, c'est-à-dire 75 jours environ après le début de la saison de ski.

Un test de repositionnement passif de la cheville a été utilisé dans le but d'évaluer le sens de la position articulaire.

### Population

Dans cette étude, nous avons comparé deux groupes distincts :

- le premier était composé de sujets "contrôle" recrutés de manière aléatoire grâce à un tirage au sort, et n'ayant pas porté de chaussure de ski plus de 10 jours consécutifs depuis le début de la saison de ski ;
- le second était constitué de moniteurs de ski, tirés au sort parmi les 500 moniteurs de l'école de ski de Courchevel 1850.

Aucun des sujets ayant participé à cette étude ne souffrait d'entorses à répétition, de troubles de l'équilibre, ou d'antécédents chirurgicaux de la cheville.

Toutes les personnes ayant participé étaient volontaires et ont signé un consentement de participation.

### Matériel

Pour cette étude, nous avons utilisé un prototype d'orthèse déstabilisante Myolux® équipé d'un potentiomètre aligné sur l'axe de Henké (fig. 1). Ce dispositif était relié à un ordinateur portable et à un presse-bouton actionné par les sujets.

Les données de position de la cheville ont été échantillonnées à 100 Hz à l'aide d'une carte d'acquisition de données multifonction de la série M 250 kéch./s, 16 bits, alimentée par bus.

Parallèlement, tous les sujets ont été soumis à une question afin de savoir s'ils avaient déjà ressenti un sentiment d'instabilité ou d'insécurité au niveau de leurs chevilles en fin de saison de ski.

### Protocole

Le test de repositionnement passif est connu comme étant un test fiable et validé, couramment utilisé pour évaluer le sens de la position articulaire dans l'espace [5]. Dans notre étude, ce test était effectué après une rapide prise de contact avec l'appareillage.

Avant que les mesures soient effectuées, la cheville des sujets était mobilisée, pieds nus, dans toutes les amplitudes de manière à offrir un relâchement optimal. Les sujets étaient assis sur une chaise de manière à éviter les phénomènes de fatigue musculaire et pour cibler l'exercice sur la cheville en inhibant au maximum le travail des articulations du genou et de la hanche.

L'articulation tibio-tarsienne était en position neutre de flexion/extension tout comme l'articulation subtalaire qui était placée en position neutre d'inversion/éversion grâce au potentiomètre aligné sur l'axe de Henké (fig. 2). Les sujets avaient les yeux fermés afin d'empêcher un contrôle visuel du repositionnement articulaire.

À partir de la position initiale (cheville à l'aplomb du genou, articulation coxo-fémorale placée à environ 90° de flexion), l'expérimentateur effectuait une mobilisation passive de la cheville jusqu'à atteindre 20° d'inversion. Cette position articulaire cible, marquée au moyen du signal provenant du presse-bouton, était maintenue pendant 3 s.

La cheville des sujets était ensuite replacée en position initiale, puis de nouveau mobilisée en inversion, la consigne aux sujets étant de presser sur le bouton lorsqu'ils estimaient avoir atteint précisément la position cible.

La mobilisation s'effectuait à des vitesses différentes de manière à ce que les sujets ne puissent pas utiliser le temps de mobilisation articulaire comme paramètre de contrôle du positionnement de l'articulation.

Durant ces mesures, l'expérimentateur ne regardait pas l'ordinateur afin de ne pas influencer la position des sujets par rapport à la position cible.

### Analyse des données

Les valeurs moyennes des erreurs de repositionnement signées et absolues de chaque sujet, puis de chaque groupe, ont été mesurées.

Une analyse statistique de la normalité à l'aide du test de Shapiro-Wilk a permis de choisir le Test paramétrique T de Student pour les erreurs signées et le Test non paramétrique de Wilcoxon pour les erreurs absolues.

Dans les deux cas, nous considérons que la différence entre le groupe contrôle et le groupe moniteurs était significative lorsque que  $p < 0,05$ .

De plus, la différence minimale cliniquement intéressante (DMCI) a été fixée à 3° d'erreur.

Par ailleurs, concernant la question sur l'instabilité de cheville, nous avons utilisé un test Khiz de comparaison de pourcentage.

## RÉSULTATS

Le groupe "contrôle" était constitué de 33 sujets "contrôle", âgés de 23 à 51 ans (moyenne = 33,1). La moyenne des indi-

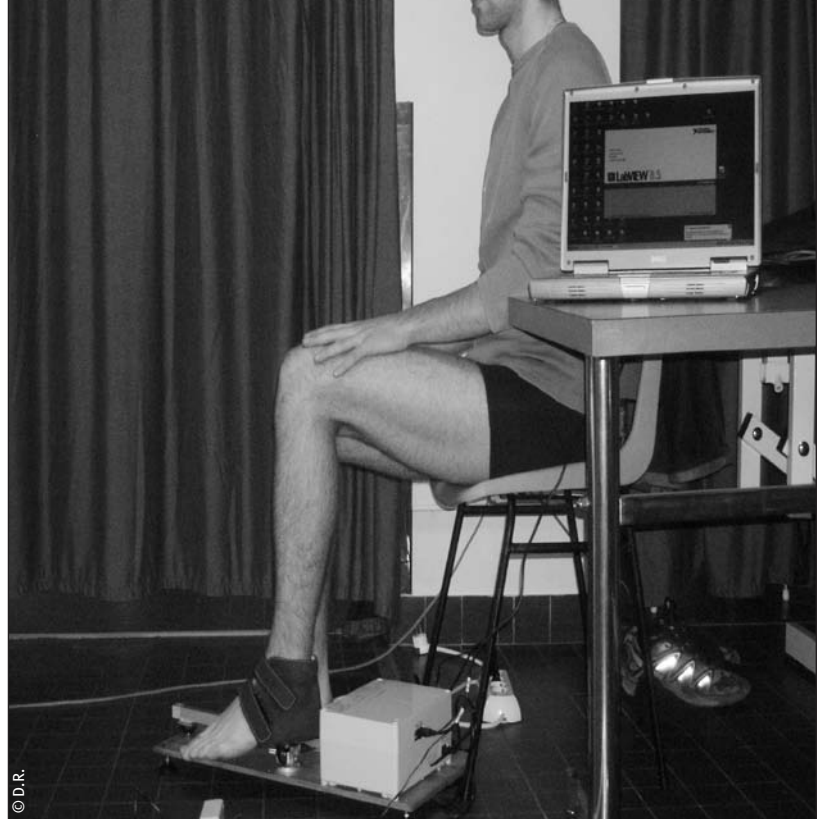


Figure 2

Installation du sujet lors du test

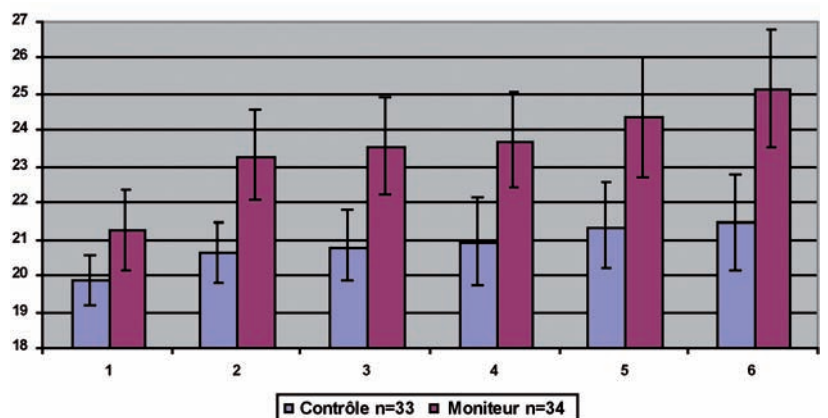


Figure 3

Amplitude atteinte lors des 6 essais du test de repositionnement et écart type

ces de masse corporelle de ce groupe était de 21,7 (taille moyenne = 173,5cm, poids moyen = 65,7 kg).

Concernant le groupe moniteurs de ski, il se composait de 34 sujets âgés de 21 à 52 ans (moyenne = 37,8). L'indice moyen de masse corporelle de ce groupe était de 22,0 (taille moyenne = 174 cm, poids moyen = 67,1 kg).

### Erreurs de repositionnement

La figure 3 représente les résultats de chaque groupe lors des 6 essais du test de repositionnement passif.

La figure 4 indique que l'erreur signée est de -3,3° chez les sujets du groupe moniteurs, contre seulement -0,6° dans le groupe contrôle ( $p < 0,01$ ).

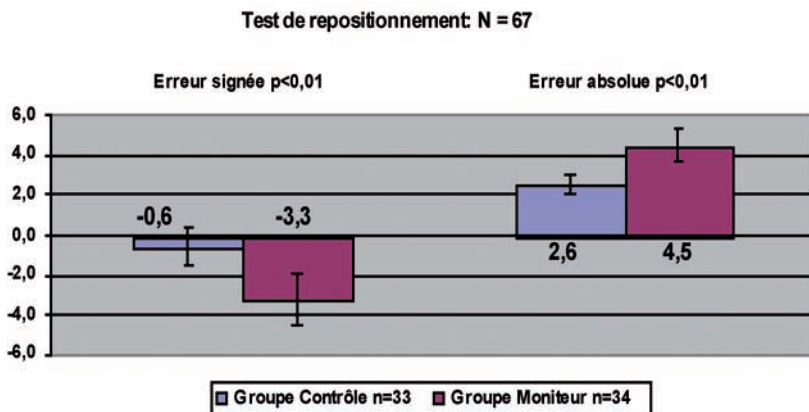


Figure 4

Résultats généraux du test de repositionnement passif

## Sentiment d'instabilité de cheville en fin de saison de ski ?

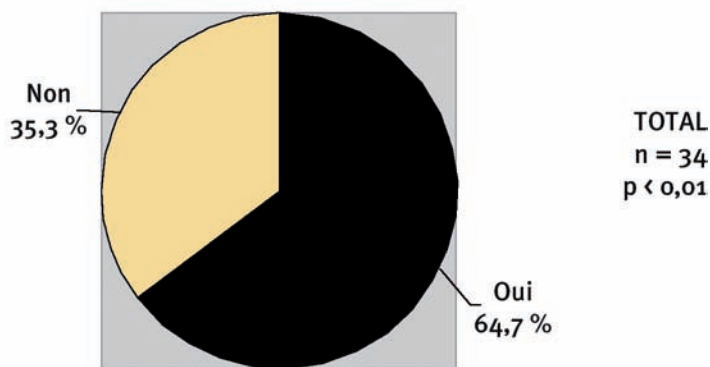


Figure 5

Réponse des sujets moniteurs à la question sur l'instabilité de cheville

Concernant les erreurs moyennes absolues, nos résultats font état d'une différence de  $4,5^\circ$  d'erreur de position chez les sujets du groupe moniteurs, contre seulement  $2,8^\circ$  dans le groupe contrôle ( $p < 0,01$ ).

Ces deux résultats significatifs suggèrent une altération des capacités proprioceptives chez les sujets du groupe moniteurs.

### Sensation d'instabilité

Tous les sujets ayant participé à cette étude ont répondu au questionnaire portant sur l'instabilité qu'ils peuvent ressentir au niveau de leurs chevilles, et ce en fin de saison de ski.

Comme le montre la figure 5, il s'avère qu'aucun sujet du groupe contrôle n'a déclaré avoir déjà ressenti cette sen-

sation, tandis que près de 65 % des sujets du groupe moniteur ont assuré avoir ressenti une instabilité en fin de saison de ski ( $p < 0,01$ ).

## DISCUSSION

Conformément à nos hypothèses, ce travail a permis de mettre en évidence que le port prolongé d'une chaussure de ski provoquait une altération du sens de la position articulaire enregistré au niveau de la cheville. Ces résultats confirment les précédentes études relatives à l'immobilisation et à ses répercussions sur l'organisme, notamment en ce qui concerne les capacités proprioceptives enregistrées au niveau des membres immobilisés [1,2].

Différentes voies explicatives peuvent être envisagées. Tout d'abord, l'immobilisation par la chaussure pourrait entraîner une baisse du nombre de fuseaux neuromusculaires [6] et/ou une diminution de leur activité [7].

Ces modifications périphériques seraient associées à une diminution de la commande afférente (proprioceptive) et donc à une diminution des capacités proprioceptives des sujets.

Outre ces effets périphériques, il faut également envisager un effet central de l'immobilisation. Huber *et al.* [8] font en effet état de modifications corticales consécutives à un protocole d'immobilisation, bien que le protocole utilisé dans ce travail ne permette pas d'être plus précis.

Il est important de noter que, lors du test de repositionnement (*cf.* fig. 3), les sujets du groupe moniteur ont systématiquement surestimés la position cible. Cette surestimation était augmentée au fur et à mesure des 6 essais.

Selon nous, cette surestimation serait plutôt révélatrice d'une altération périphérique de la proprioception, ce phénomène pourrait s'expliquer par l'augmentation du temps de détection des mouvements passifs.

### Critique de l'étude

La principale critique concerne le fait que le port de la chaussure de ski alpin se fait de manière discontinue, ce qui différencie cette étude de toutes les précédentes qui

s'intéressaient à l'immobilisation stricte. De plus, une étude longitudinale réalisée tout au long de la saison de ski serait, selon nous, la meilleure façon d'évaluer les répercussions du port de la chaussure de ski sur les capacités proprioceptives de la cheville.

Enfin, il est possible que les effets mesurés diffèrent en fonction du type de chaussure, ou encore du niveau de serrage, ces deux éléments étant très liés aux conditions extérieures et au niveau technique du skieur et par définition très difficiles à contrôler.

C'est la raison pour laquelle, il nous paraît difficile de généraliser cette perte du sens de la position articulaire et le sentiment d'instabilité mis en évidence dans cette étude à tous les porteurs de chaussure de ski, et des études complémentaires doivent être envisagées de manière à préciser encore cette problématique.

## CONCLUSION

Le port prolongé d'une chaussure de ski chez les moniteurs de ski semble être à l'origine d'une diminution significative du sens de la position articulaire de la cheville associée à l'apparition d'un sentiment d'instabilité et d'insécurité au niveau de la cheville en fin de saison de ski. ■

## QUIZ

- L'immobilisation prolongée d'un membre entraîne :
  - A- une amélioration de la proprioception
  - B- une dégradation de la proprioception
- Les sujets porteurs d'instabilité chronique de cheville présentent :
  - A- un sentiment d'instabilité de cheville
  - B- une altération de la proprioception
  - C- des risques d'entorses de cheville plus importants
  - D- des vertiges
- Le ski alpin concerne chaque année, en France :
  - A- environ 2 millions de personnes
  - B- environ 5 millions de personnes
  - C- plus de 7 millions de personnes
- La chaussure de ski :
  - A- est une structure très souple, ne limitant pas les mouvements du pied et de la cheville
  - B- est une structure souple, limitant uniquement les mouvements de flexion-extension de la cheville
  - C- est une structure très rigide, limitant de manière importante tous les mouvements de la cheville
- La chaussure de ski alpin entraîne une immobilisation de :
  - A- toutes les articulations du pied et de la cheville
  - B- l'articulation de Chopard uniquement
  - C- l'articulation de Lisfranc uniquement
- Les altérations de la proprioception sont :
  - A- lentes, à partir de quelques semaines d'immobilisation
  - B- très lentes ; elles n'apparaissent qu'au bout de plusieurs mois d'immobilisation rigide
  - C- très rapides, dès les 10 premières heures d'immobilisation

Réponses page 65

## Bibliographie

- [1] Allison T, McCarthy G, Wood CC. The relationship between human long-latency somatosensory evoked potentials recorded from the cortical surface and from the scalp. *Electro-encephalogr Clin neurophysiol* 1992;Jul-Aug;84(4):301-14.
- [2] Moirello C, Bove M, Huber R, Abbruzzese G, Battaglia, F, Tononi, G, Ghilardi, MF. Short term limb immobilization affects motor performance. *J Mot Behav March* 2008;40(2):165-76. doi: 10.3200/JMBR.
- [3] Toschi P. Genou du skieur alpin : une préparation musculaire ciblée. *Médecins du sport, la Revue des Médecins de Terrains* 2004;n°63:32-3.
- [4] Binet MH, Laporte JD, Constans D. *Épidémiologie des accidents des sports d'hiver en 1998. Médecins de montagne. Colloque médico-technique. Grenoble, 23 octobre 1998.*
- [5] Westlake KP, Wu Y, Culham EG. Sensory-specific balance training in older adults: effect on position, movement, and velocity sense at the ankle. *Phys Ther* 2007;87(5):560-8.
- [6] Nordstrom MA, Enoka RM, Reinking RM, Callister RC, Stuart DG. Reduced motor unit activation of muscle spindles and tendon organs in the immobilized cat hind limb. *J Appl Physiol* 1995;78(3):901-13.
- [7] Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle : rappels anatomiques, stabilités, mobilités, contraintes mécaniques : membre, tête, tronc.* Paris : Elsevier-Masson, 2007 : 93-4.
- [8] Huber R, Ghilardi MF, Massimini M, Ferrarelli F, Riedner BA, Peterson MJ, Tononi G. Arm immobilization causes cortical plastic changes and locally decreases sleep slow wave activity. *Nat Neurosci* 2006;9(9):1169-76.

ks-mag  
.com

KS n° 506  
janvier 2010