



HAL
open science

Cervicocephalic relocation test: a study of performance stability

Nicolas Pinsault, Jacques Vaillant, Gilles Virone, Jean-Louis Caillat-Miosse,
Lara Lachens, Nicolas Vuillerme

► **To cite this version:**

Nicolas Pinsault, Jacques Vaillant, Gilles Virone, Jean-Louis Caillat-Miosse, Lara Lachens, et al.. Cervicocephalic relocation test: a study of performance stability. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 2006, 49 (9), pp.647-51. hal-00278249

HAL Id: hal-00278249

<https://hal.science/hal-00278249>

Submitted on 9 May 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Test de repositionnement céphalique : étude de la stabilité de performance.

N. Pinsault^{1,2}, J. Vaillant^{1,2}, G. Virone³, JL. Caillat-Miousse¹, L. Lachens¹, N. Vuillerme³.

¹ Centre de Recherche et d'Innovation en Kinésiologie, Kinésiopathologie et Kinésithérapie (CRIK3), École de kinésithérapie du Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble, Institut Universitaire Professionnalisé en Ingénierie de la santé, BP 217, 38049 Grenoble Cedex 09

² Laboratoire « Sport et Performance Motrice », Université Joseph Fourier, BP 53, 38049 Grenoble cedex 09.

³ Laboratoire des Techniques de l'Imagerie, de la Modélisation et de la Cognition – Institut des Mathématiques Appliquées de Grenoble. Université Joseph Fourier, BP 53, 38049 Grenoble cedex 09.

Auteur correspondant : Jacques Vaillant, École de kinésithérapie
du Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble, BP 217, 38049 Grenoble
cedex 9

JVaillant@chu-grenoble.fr

Tél : 04 76 76 52 56 Fax : 04 76 76 59 18

Titre courant: **Test de repositionnement céphalique : étude de la stabilité de performance.**

Currant title: **Cervicocephalic relocation test : A study on performance stability.**

Abstract

Objective: The purpose of the present experiment is to determine the reliability of the cervicocephalic relocation test (CRT).

Methodology: Thirteen young healthy adults were recruited to perform a CRT test-retest. The test-retest reliability was determined by repeatedly measuring cervicocephalic relocation to a neutral position after active movement, with trials approximately one hour apart. Each CRT involved 20 cervicocephalic relocations to a natural head position, 10 repositioning after right head rotation, 10 repositioning after left head rotation (with the order of rotation side s randomized). The performance of each subject for each CRT was the mean of the errors made during the 20 relocations (in degrees).

Study Results: The mean rate of error of the first and second trials were respectively $3.2\pm 1.1^\circ$ and $2.9\pm 0.9^\circ$. The Intra Class Correlation (ICC) coefficient was .81, and the standard error of measurement was $.90^\circ$.

Conclusion: Results show that CRT testing supports evidence of reliable cervicocephalic performance stability in healthy young adults. As a result, CRT shows promise as a relevant tool of assessment in head and neck proprioception.

Keywords

Joint position sense; Neck; Test-retest; Proprioception; Test.

Résumé

Objectif. -Le but de cette étude était de déterminer la stabilité de performance au test de repositionnement céphalique (TRC), utilisé pour évaluer la capacité sensori-motrice cervicale. **Méthodologie.** - Treize sujets jeunes et sains devaient réaliser deux TRC à 1 heure d'intervalle. Chaque TRC consistait à réaliser, à partir d'une position neutre, 10 repositionnements céphaliques en position neutre après avoir effectué une rotation droite de la tête, et 10 repositionnements après une rotation gauche de la tête (l'ordre de rotation était déterminé de manière aléatoire). La performance du sujet au test correspondait à la moyenne des erreurs (en degré d'angle) commises pour les 20 essais. **Résultats.** - Les erreurs moyennes au premier et au second test étaient respectivement de $3,2\pm 1,1^\circ$ et $2,9\pm 0,9^\circ$. Le Coefficient de Corrélation Intraclasse entre les mesures lors du premier et du second test était de 0,81. L'erreur standard de mesure était de $0,90^\circ$. **Conclusion.** L'analyse statistique montre une bonne stabilité de performance au TRC de jeunes adultes sains. Ces résultats suggèrent l'intérêt d'utiliser le TRC pour apprécier la capacité kinesthésique cervicale.

Mots clés

Test de repositionnement céphalique; Cou; stabilité de performance; Proprioception; Test.

Introduction

La démarche de validation des outils de mesure est engagée en médecine physique et en kinésithérapie depuis quelques années. Dans cette esprit, des instruments permettant l'évaluation du handicap ou de la qualité de vie [2,14,21], de l'activité physique ou de la capacité motrice [5,11,28], de la capacité musculaire [6,8], des performances de marche ou d'équilibre [4,10,22] ont été publiés ces dernières années, notamment dans cette revue.

Concernant le rachis, plusieurs travaux sur cette thématique sont à noter [7,9,13,24,32], mais rares sont ceux consacrés à l'évaluation du rachis cervical. Pourtant, l'évaluation des déficiences est un préalable au choix des techniques, puis permet de suivre l'évolution et de mesurer au final les résultats thérapeutiques [1]. Parmi les déficiences, la diminution des capacités sensori-motrices est évoquée par plusieurs auteurs et fait souvent l'objet d'une prise en charge *a priori*. L'évaluation, chez les cervicalgiques, de la capacité sensori-motrice cervicale est préconisée par la Haute Autorité de Santé, avant, pendant et après la prise en charge kinésithérapique [1]. Elle doit permettre de définir les indications de traitement à visée sensori-motrice et, le cas échéant, de suivre l'évolution des patients et de mesurer l'impact du traitement.

A ce jour, seul le test de repositionnement céphalique (TRC), initialement proposé par Revel et al. [20,25], répond à cet objectif. Il est basé sur la capacité à replacer la tête sur le tronc après un mouvement actif de la tête dans le plan transversal, sans contrôle visuel et en position assise.

Les qualités requises d'un instrument de mesure sont, d'une part, la validité et d'autre part, la fiabilité. La validité se décompose en validité d'apparence, validité sur critère et validité de construit. La validité d'apparence du test est bonne, puisqu'il s'agit de retrouver une position céphalique. Le test sollicite le sens kinesthésique du rachis cervical, mais pourrait également faire intervenir le système vestibulaire [25]. Cependant, les seuils de perception du système vestibulaire, généralement admis sont de 4° d'angle dans les plans sagittal et frontal *i.e.* voisins du seuil de normalité de ce test. Si le mouvement demandé lors de la réalisation du test (une rotation du rachis cervical à faible vitesse) sollicite le système vestibulaire le temps de repositionnement (à très faible vitesse angulaire et sur des amplitudes très limitées) semble à l'inverse peu sollicitant. Le système vestibulaire apparaît donc n'avoir, tout au plus, qu'un rôle accessoire dans les performances au TRC. A ce jour, la validité sur critère ne peut être définie faute d'un test étalon (*gold standard*).

La validité de construit n'a pas, à notre connaissance, été spécifiquement étudiée dans ses deux dimensions : discriminante et convergente. Cependant, dans leur travail initial, Revel et al. [25] ont étudié la sensibilité et la spécificité du test (qui est une composante de la validité discriminante), en comparant les performances obtenues par des sujets cervicalgiques et des sujets sains de caractéristiques similaires. A la valeur seuil de 4,5° d'angle d'erreur moyenne, ils ont démontré une sensibilité et une spécificité voisines de 90 %. En effet, 86% des sujets cervicalgiques testés ont une performance moyenne supérieure à 4,5° et 93% des sujets ayant une erreur moyenne de plus de 4,5° sont

cervicalgiques. Heikkilä et al. et Loudon et al. [15,16,19], utilisant le même test, ont confirmé depuis la détérioration des performances chez les sujets souffrant du rachis cervical. A partir de cette valeur, le TRC permet de discriminer les sujets cervicalgiques des sujets sains.

Enfin, la fiabilité du test qui comprend l'étude de la reproductibilité intra et inter-observateurs et la stabilité de performance (ou fidélité test-retest) n'ont pas été à ce jour formellement documentées.

La stabilité de la performance témoigne de la stabilité de l'entité mesurée, ici la capacité kinesthésique cervicale. Pour une utilisation clinique du test, il est nécessaire que la stabilité soit bonne afin de (1) garantir le degré de précision de la mesure et (2) connaître le seuil, au-delà duquel, deux mesures peuvent être considérées comme « différentes ». Aussi, l'objectif de cette étude était d'étudier la stabilité de performance, à court terme, du test chez des sujets sains.

Matériel et méthode

Échantillon de population

Les sujets volontaires composant la population étaient recrutés parmi des étudiants. Ils devaient être âgés d'au moins 18 ans, se déclarer indemne de pathologie cervicale ou de pathologie pouvant interférer au moment de l'évaluation, pouvoir se rendre libres à moins d'une heure d'intervalle et signer le formulaire de consentement éclairé. Au total, 13 sujets âgés en moyenne de $22,2 \pm 1,3$ ans ont réalisé l'ensemble de la procédure.

Matériel

Le casque laser était constitué d'un système de sangle et d'une attache amovible permettant la fixation d'un pointeur laser relié par un fil électrique à un bouton poussoir tenu par le sujet. Le casque muni d'un pointeur laser était solidement fixé par une sangle réglable sur la tête du sujet.

Méthodologie

Nous avons repris de manière stricte les principes décrits par Minguet, Revel et al. [20,25]. Le sujet était en position assise adossée sur une chaise à dossier haut. Il devait définir la position de référence « droit devant », les yeux fermés, face à un mur blanc distant de trois mètres, dans une position confortable du cou. La consigne était de mémoriser cette position afin de pouvoir la retrouver après. Une fois effectuée, le sujet pressait le bouton poussoir afin de déclencher le faisceau lumineux. L'impact du faisceau constituait le « point zéro ». Puis, le sujet réalisait un mouvement actif de rotation horizontale, dans toute l'amplitude du mouvement, en 2 secondes environ. La tâche consistait alors à retrouver la position de référence en réalisant le mouvement retour, sans consigne de vitesse, mais avec le maximum de précision. Quand le sujet pensait être revenu exactement dans la position de référence, il déclenchait à nouveau le faisceau lumineux. L'impact du faisceau constituait le « point de repositionnement ».

Dix mesures ont ainsi été effectuées en renouvelant la même procédure, d'abord d'un côté, puis de l'autre, selon un ordre défini de façon aléatoire, soit

un total de 20 repositionnements. Deux sessions étaient organisées à 30 à 60 minutes d'intervalle.

Les pointages successifs effectués par les sujets étaient enregistrés par une caméra vidéo numérique, filmant à 25 images par seconde, installée juste derrière le sujet. Dans un second temps, l'image de chacun des pointages du laser sur le mur était extraite à l'aide d'un logiciel de traitement d'image, de type Adobe – Première Pro ®. Enfin, à partir de l'image du « point zéro » et de l'image du « point de repositionnement », l'écart en pixels (traduite en cm) entre les deux points était déterminé à l'aide du logiciel Kinestheneck ® mis au point à cet effet.

La variable dépendante

La variable étudiée était la moyenne des « erreurs de repositionnements » de chacun des 20 essais. Celle-ci représentait la valeur absolue de l'erreur de repositionnement calculée à partir de la distance la plus courte entre le « point zéro » et le « point de repositionnement ». Les composantes horizontale et verticale de l'erreur n'étaient pas décomposées. Cette distance, initialement définie en cm, était convertie en degrés d'angle.

Analyse statistique

L'étude de la stabilité de performance a été effectuée en calculant le Coefficient de Corrélation Intra Classe (CCI) ou (*ICC agreement*), l'intervalle de confiance du CCI (calculé par *bootstrapp*), l'erreur standard de mesure (ESM) (*standard error of measurement*) et la différence minimale détectable

(*smallest detectable difference*), à l'aide du logiciel R 1.7.0. Les hypothèses alternatives étaient bilatérales au seuil de 0,05. Les résultats des coefficients ont été interprétés comme excellents si CCI était supérieur à 0,91 ; bons si CCI compris entre 0,71 et 0,90 ; modérés si CCI compris entre 0,51 et 0,70 ; faibles si CCI compris entre 0,31 et 0,50 et non corrélés si CCI inférieur à 0,30 [23]. Enfin, une étude graphique, selon la méthode de Bland et Altman [3], a été effectuée, afin de rechercher si la stabilité de performance est proportionnelle à la valeur absolue de la performance. L'intérêt de cette méthode était, dans le cas présenté, de vérifier visuellement si la stabilité de performance était inversement proportionnelle à la valeur de l'erreur de repositionnement, i.e. d'observer si les sujets les moins performants avaient une variabilité plus grande.

Résultats

Sur l'ensemble des essais, les performances moyennes au TRC étaient de $3,2 \pm 1,1^\circ$ (moyenne \pm écart-type) lors du premier test contre $2,9 \pm 0,9^\circ$ lors du second test.

La valeur du CCI est de 0,81 [0,53-0,97 – IC à 95 %]. Le CCI peut être considéré comme bon. L'erreur standard de mesure est de $0,90^\circ$ et la différence minimale détectable de $2,49^\circ$.

L'analyse graphique selon la méthode de Bland et Altman [3] montre que la valeur de la différence intersession n'est pas proportionnelle à la valeur de l'erreur de repositionnement.

On peut donc considérer qu'il existe une bonne stabilité de performance au TRC.

Discussion

L'objectif de notre étude était d'étudier la stabilité de performance, à court terme, au TRC chez des sujets sains. Les résultats démontrent que cette stabilité de performance est bonne.

Les résultats de notre étude montrent que les performances au TRC restent stables en condition constante. La corrélation est bonne chez les sujets de cet échantillon de taille réduite, les modifications observées d'un test à l'autre restent limitées ($0,25^\circ$) comparées à la différence minimale cliniquement détectable ($2,49^\circ$).

Les performances sont semblables à celles décrites dans la littérature chez des sujets sains. Rix et Bagust [27] ont noté une erreur moyenne de repositionnement de $4,2^\circ$, contre $2,7^\circ$ pour Heikkila et Aström [15], $2,5^\circ$ pour Kristjansson *et al.* [17], $3,1^\circ$ pour Revel *et al.* [25] et comprise, selon les directions explorées, entre $0,69$ et $1,57^\circ$ pour Loudon *et al.* [19].

Notre méthode était calquée sur les conclusions du travail initial de Revel *et al.* [25] repris par la suite par la même équipe dans des publications visant à évaluer l'effet d'une prise en charge rééducative [23,26] *i.e.* installation position assise du sujet tête regardant « droit devant » et calcul de la moyenne

de la valeur absolue de repositionnements après réalisation d'un mouvement de rotation horizontale dans chaque direction. Depuis, Heikkilä *et al.* [15,16], dans leurs études chez les sujets victimes d'un coup de fouet cervical (whiplash), ont repris le même procédé, en ajoutant 10 répétitions après un mouvement d'extension et 10 répétitions après un mouvement de flexion.

A contrario, d'autres auteurs ont choisi de modifier la méthode initiale, soit en réduisant le nombre de répétitions, soit en installant le sujet debout, soit en choisissant des positions de départ autres que neutre [12,17,18,29-31]. Récemment, Strimpakos *et al.* [29] ont effectué une étude de la reproductibilité d'un test de repositionnement céphalique à partir de deux installations de départ (assis et debout), dans cinq positions céphaliques et après un mouvement dans toutes les directions, sauf l'extension (rotations, inclinaisons et flexion). Cependant, ces modifications apportées à la méthode initiale pourraient avoir un effet négatif sur la reproductibilité.

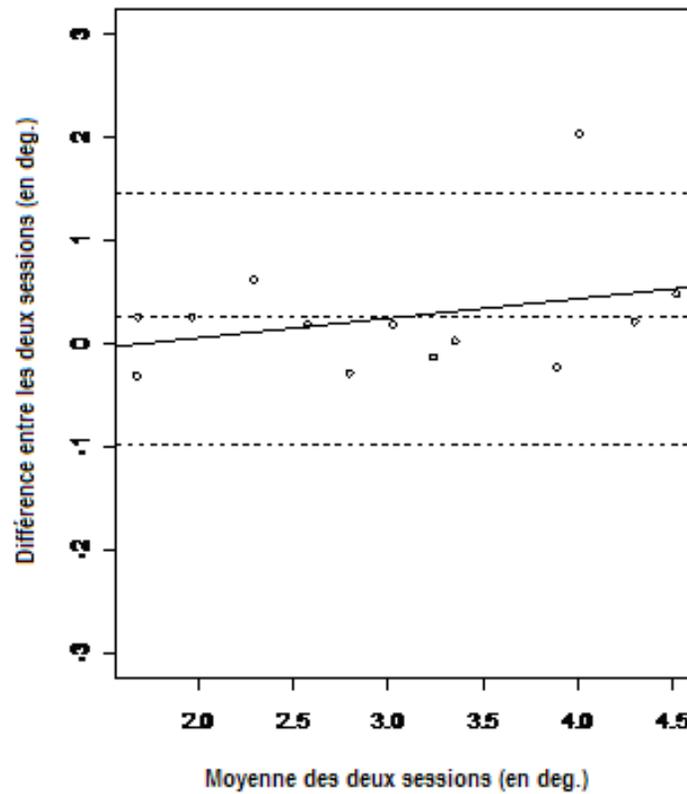
En effet, Strimpakos *et al.* [29], dans cette étude de reproductibilité portant sur 35 sujets, ont obtenu des CCI compris entre 0,01 et 0,68, et des ESM comprises entre 1,2° et 3,5°. Comparativement, nos résultats sont meilleurs avec un CCI de 0,81 et une ESM de 0,90°. Or, Strimpakos *et al.* [29], n'ont réalisé que trois tests par position explorée. Cette différence notable pose la question de la nécessité, ou non, de multiplier les répétitions afin de réduire les aléas de repositionnement. Une recherche en ce sens est nécessaire pour confirmer cette hypothèse.

L'évaluation de la capacité kinesthésique est utile pour (1) détecter les déficits nécessitant une prise en charge spécifique de type proprioceptive ou oculo-cervicale, (2) pour suivre l'évolution des patients tout au long de leur prise en charge et (3) pour évaluer les effets des traitements rééducatifs. La méthode de mesure du sens du repositionnement à l'aide d'un pointeur lumineux vissé sur un casque présente l'avantage d'être simple d'utilisation et d'un faible coût. Contrairement aux méthodes nécessitant un matériel lourd (système d'analyse tridimensionnelle), elle autorise une utilisation en pratique courante. Seul, le temps d'exploitation des données reste encore long. Un logiciel de capture d'image et de détection de l'impact lumineux est en cours de conception afin de réduire ce temps de traitement des données.

Conclusion

Nous avons entrepris une démarche partielle de validation du test de repositionnement céphalique. Revel et al. avaient démontré que ce test est sensible et spécifique [25]. Notre étude met en évidence qu'il bénéficie une bonne stabilité à court terme. Des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer sa validité de construit discriminante et convergente et sa fiabilité intra et interjuges.

Figure 1 : Diagrammes de Bland et Altman. Cette méthode consiste à placer, pour chaque sujet, en abscisse la moyenne de mesure des deux sessions et en ordonnée, la différence de la mesure entre les deux sessions. Les lignes en pointillés représentent la moyenne et l'intervalle de confiance à 95 % de la différence de la mesure entre les deux sessions. La ligne continue représente la régression linéaire entre ces deux variables $y = a + b(x)$.



Références bibliographiques

1. Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé – Recommandations professionnelles : masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du « coup du lapin » ou whiplash. Mai 2003.
2. Amarenco G, Bayle B, Lagauche D, Lapeyre E, Sheikh Ismael S. Construction et validation des échelles de qualité de vie. Ann Réadapt Méd Phys 2000 ; 43 (6) : 263-69.
3. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet 1986 ; 1 : 307-10.
4. Beauchet O, Dubost V, Nevers A, Stierlam F, Blanchon MA, Mourey F et al. Elaboration d'un test clinique de marche du sujet âgé fragile à partir d'une approche cognitive de la locomotion. Ann Réadapt Méd Phys 2002 ; 45 (3) : 123-30.
5. Casillas JM, Deley G, Salmi-Belmohoub S. Indices de mesure de l'activité physique dans le domaine des affections cardiovasculaires. Ann Réadapt Méd Phys 2005 ; 48 (6) : 404-10.
6. Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Hérisson C. évaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications. Ann Réadapt Méd Phys 2005 ; 48 (2) : 80-92.
7. Colle F, Poiraudau S, Revel M. Critique d'une revue systématique de la littérature en vue d'une méta-analyse concernant les exercices physiques et lombalgies chroniques. Ann Réadapt Méd Phys 2001 ; 44 (4) : 221-33.
8. Croisier JL, Crielaard JM. Méthodes d'exploration de la force musculaire : une analyse critique. Ann Réadapt Méd Phys 1999 ; 42 (6) : 311-22.

9. Dauphin A, Thevenon A. Mobilité du tronc dans le plan sagittal: comparaison des données cliniques et rachimétriques. Ann Réadapt Méd Phys 2000 ; 43 (6) : 270-78.
10. Dauty M, Cornu C, Allard Y, Grandet MJ, Dubois C. Prothèse de genou: reproductibilité de la vitesse de marche. Ann Réadapt Méd Phys 2002 ; 45 (4) : 147-53.
11. Fattal C, They JM, Micallef JP. Validation d'une grille de capacités motrices du tétraplégique opéré du ou des membres supérieurs. Ann Réadapt Méd Phys 2004 ; 47 (8) : 537-45.
12. Gosselin G, Blouin JS. Cervicocephalic kinesthesia sensibility and postural sway in formula 3000 racing car driver : preliminary report. 12th Conference of the European Society of Biomechanics, Dublin, 2000 : 353.
13. Guerhazi M, Mezghani M, Ghroubi S, Elleuch M, OuldSidi Med A, Poiraudau S et al. Traduction en arabe et validation de l'indice d'Oswestry dans une population de lombalgiques nord-africains. Ann Réadapt Méd Phys 2005 ; 48 (1) : 1-10.
14. Guillemin F, Bregeon C, Coste J, Pouchot J, Dropsy R, Sany J et al. Le questionnaire EMIR court pour les études longitudinales de la qualité de vie dans la polyarthrite rhumatoïde. Ann Réadapt Méd Phys 2000 ; 43 (5) : 229-35.
15. Heikkila H, Astrom PG. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with whiplash injury. Scand J Rehabil Med. 1996 ; 28 : 133-8.
16. Heikkilä HV, Wenngren BI. Cervicocephalic kinesthetic sensibility, active range of cervical motion, and oculomotor function in patients with whiplash injury. Arch Phys Med Rehabil 1998 ; 79 (9) : 1089-94.
17. Kristjansson E, Dall'Alba P, Jull G. Cervicocephalic kinaesthesia: reliability of a new test approach. Physiother Res Int 2001 ; 6 : 224-35.

18. Kristjansson E, Hardardottir L, Asmundardottir M, Gudmundsson K. A new clinical test for cervicocephalic kinesthetic sensibility: "the fly". Arch Phys Med Rehabil 2004; 85 (3) : 490-5.
19. Loudon JK, Ruhl M, Field E – Ability to reproduce head position after whiplash injury. Spine 1997; 22 (8), 865-868.
20. Minguet M, André-Deshays C, Revel M. Kinesthésie cervico-céphalique chez le cervicalgique. Ann Réadapt Méd Phys 1990 ; 33 : 563-72.
21. Nyabenda A, Briart C, Deggouj N, Gersdorff M. Etude normative et de la reproductibilité d'une échelle de handicap lié aux troubles de l'équilibre et aux vertiges « Dizziness handicap inventory ». Ann Réadapt Méd Phys 2004 ; 47 (3) : 105-13.
22. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, Penven Y, Mourey F, Launay Fet al. Evaluation de l'équilibre en pathologie neurologique et gériatrique. Ann Réadapt Méd Phys 2005 ; 48 (6) : 317-35.
23. Poiraudau S, Revel M – Couplage oculocervical et cervicalgie chronique : incidence sur le sens de positionnement céphalique. Ann Réadapt Méd Phys 1998; 41: 279-282.
24. Rahali-Khachlouf H, Poiraudau S, Fermanian J, Ben Salah FZ, Dziri C, Revel M. Validité et reproductibilité des mesures cliniques rachidiennes dans la spondylarthrite ankylosante. Ann Réadapt Méd Phys 2001 ; 44 (4) : 205-12.
25. Revel M, André-Deshays C, Minguet M – Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patient with cervical pain. Arch Phys Med Rehabil 1991 ; 72 : 288-91.
26. Revel M, Minguet M, Gergoy P, Vaillant J, Manuel JL – Changes in cervicocephalic kinesthesia after a proprioceptive rehabilitation program in patients with neck pain: a randomized controlled study. Arch Phys Med Rehabil 1994 ; 75: 895-899.

27. Rix GD, Bagust J – Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with chronic, nontraumatic cervical spine pain. *Archiv. Phys. Med. Rehabil* 2001 ; 82 (7) : 911-19.
28. Robert H, Casillas JM, Iskandar M, D'Athis P, Antoine D, Taha S et al. Le score d'activité physique de Dijon: reproductibilité et corrélations avec l'aptitude physique de sujets sains âgés. *Ann Réadapt Méd Phys* 2004 ; 47 (8) : 546-54.
29. Strimpakos N, Sakellari V, Gioftsos G, Kapreli E, Oldham J – Cervical joint position sense: an intra- and inter-examiner reliability study. *Gait Posture* 2006; 23 (1) : 22-31.
30. Treleaven J, Jull G, LowChoy N. The relationship of cervical joint position error to balance and eye movement disturbances in persistent whiplash. *Manual Ther* 2006, In press.
31. Treleaven J, Jull G, Sterling M. Dizziness and unsteadiness following whiplash injury : Characteristic features and relationship with cervical joint position error. *J Rehabil Med* 2003 ; 35 : 36-43.
32. Wlodyka-Demaille S, Poiraudeau S, Fermanian J, Catanzariti JF, Rannou F, Revel M. Traduction et validation d'une échelle algofonctionnelle adaptée aux cervicalgies. *Ann Réadapt Méd Phys* 2001 ; 44 (3) : 132-42.