

## ***Fiabilité des repères cutanés dans l'étude cinétique du rachis thoracique et lombaire chez l'homme***

par VANNEUVILLE G. (1), POUMARAT G. (2), CHANDEZON R. (2), GUILLOT M. (1), GARCIER J.M. (1), COILLARD CH. (1).

(1) *Laboratoire d'Anatomie (Pr. G. Vanneuville), Université d'Auvergne. Faculté de Médecine, B.P. 68, 63000 CLERMONT-FERRAND.*

(2) *Groupe Biomécanique, Université Blaise Pascal. UFR Staps, 63177 AUBIÈRE Cedex.*

### **Résumé**

Par expérimentation sur 5 sujets anatomiques et par corrélations chez 2 sujets vivants, les auteurs apprécient la validité de marqueurs cutanés placés en regard des processus épineux, afin de déterminer les déplacements des pièces squelettiques sous jacentes. Il s'agit d'un site anatomique privilégié, chez le sujet mince, en raison des adhérences entre la face profonde de la peau et les éléments fibreux engainant les épineuses.

Les corrélations sont assez fidèles dans les plans sagittal et frontal. Par contre, dans le plan transversal la mise en tension de la peau rend cette technique aléatoire.

**Mots-Clés :** Cinétique du rachis thoracique et lombaire. Marqueurs cutanés.

### **Summary**

The use of cutaneous markers as an accurate method of measuring spine motion was studied in five cadaveric spine samples and two live subjects. The markers were placed on the skin over the spinous processes, a particularly suitable site in thin subjects for determining the displacement of the underlying skeletal segments because the deep layer of the skin is in adherence with their fibrous surrounding sheath.

Fairly close correlations were obtained in the sagittal and frontal planes between the two sets of measurements. However in the transversal plane the technique is unreliable because of tightening of the skin.

**Key-Words :** Kinetics of thoracic and lumbar spine. Cutaneous markers.

## **INTRODUCTION**

L'étude de la cinétique du rachis humain reste difficile et comme nous l'avons vu dans une étude antérieure critique (12) les techniques radiographiques constituent les méthodes de référence (6, 2, 7). Toutefois, les dangers des radiations ionisantes, les problèmes éthiques et l'impossibilité technique d'étudier des segments étendus ou des mouvements de grande amplitude, tendent à en limiter l'emploi.

C'est pourquoi actuellement de nombreuses équipes tentent une approche qualitative et quantitative par l'utilisation de capteurs externes cutanés (8, 3, 1, 4) permettant grâce à l'informatique des mesures en 3 dimensions.

Cette utilisation de techniques extrêmement précises n'est licite que s'il y a concordance entre les mouvements des repères cutanés et des pièces squelettiques sous jacentes. C'est à ce problème particulier que nous avons consacré cette étude.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Deux séries d'expérimentations ont été menées successivement.

1. Le premier groupe est une **expérimentation anatomique** réalisée sur des sujets anatomiques dès leur arrivée au Laboratoire et comprenant trois hommes

âgés de 43, 70 et 75 ans et deux femmes âgées de 74 et 90 ans.

Un contrôle radiologique préalable permet de vérifier l'intégrité du rachis (en dehors de lésions d'arthrose banale).

\* La pièce est préparée de la façon suivante :

- section des fémurs au niveau du 1/4 supérieur
- arthrodèse des coxofémorales par 3 broches de Steinmann en triangulation pour abolir tout mouvement à ce niveau,
- scellement des 2 fémurs dans un support rigide indéformable,
- section de la colonne au niveau de la 6<sup>e</sup> vertèbre cervicale et mise en place d'une tige filetée de gros calibre solidarissant C7, T1 et T2 pour bloquer tout mouvement de la jonction cervico-thoracique,
- on repère enfin au niveau de la ligne médiane dorsale la saillie des processus épineux de T7, T12, L1, L3, L5, S1.

\* Après ces préalables, l'expérimentation se déroule en 2 temps successifs :

- l'étape photographique consiste à coller sur la peau au niveau des points repères un petit cube de polystyrène dans lequel est implanté un batonnet de 5 cm pourvu d'une ailette horizontale, selon la technique de FLINT [in 9]. Une série de photographies est réalisée en position neutre, en flexion, extension, incli-

naisons latérales et rotations. Ces déplacements d'amplitude connue sont déterminés au niveau de la tige supérieure, tandis que les fémurs et le bassin sont immobilisés dans le support.

- l'étape radiographique est ensuite pratiquée. Au niveau des épineuses, des broches de KIRSCHNER en acier sont implantées selon une technique apparentée à celle de GREGERSEN et LUCAS (1967). Des radiographies de face et de profil sont réalisées en téléradiographie dans les mêmes postures et avec les mêmes amplitudes que précédemment.

\* Enfin, à partir des photographies et des radiographies sont mesurés les déplacements angulaires des repères. Une analyse informatique est enfin réalisée pour comparer les résultats obtenus en les traitant statistiquement.

2. Le deuxième groupe plus réduit, a été réalisé chez **deux sujets vivants** de sexe masculin, âgés de 22 et 23 ans, étudiants en EPS, volontaires avec lesquels les expérimentateurs avaient longuement discuté de la méthodologie, des avantages et des risques de la méthode.

Après repérage des saillies cutanées en regard des épineuses de T1, T7, T12, L1, L3, L5 et S1, on pratique la fixation du cube de polystyrène et de son bâtonnet avec une colle biologique Histo Acryl@\*.

Photographies et radiographies de face et de profil sont faites simultanément en position neutre et dans les diverses postures décrites ci-dessus en position debout.

Les variations angulaires sont ensuite appréciées sur les photographies et les projections radiographiques des épineuses. Les données obtenues sont traitées par informatique.

## RÉSULTATS

Ils sont présentés sous forme de graphiques (fig. 1, 2, 3, 4).

Ces graphiques imposent deux commentaires :

1. Il existe un assez bon parallélisme entre le déplacement des points repères en flexion, extension et inflexion latérale. A l'inverse, dans les mouvements de rotation, il existe une nette divergence.

Nous pensons, qu'indépendamment du mécanisme d'amplification du mouvement constaté dans beaucoup de mesures, il faut y voir l'effet de la mise en tension de la peau au cours de mouvements de grande amplitude. Cette mise en tension cutanée apparaît comme prédominante dans les mouvements de rotation intervertébrale dont l'amplitude est réduite sur les repères squelettiques. Par contre dans les autres postures, elle entraîne une amplification de deux fois en moyenne sur l'ensemble de la série, mais la variation se situe dans le même sens angulaire.

2. Par l'utilisation de capteurs étagés le long du rachis, il est possible de différencier les segments mobiles de ceux à mobilité réduite. Ces zones de mobilité prépondérantes sont différentes sur le sujet anatomique et l'individu vivant. Sur le sujet anatomique, la zone de L3 apparaît comme très mobile alors que chez le vivant la zone de mobilité prépondérante se situe au niveau de T12-L1 (charnière thoracolumbaire).

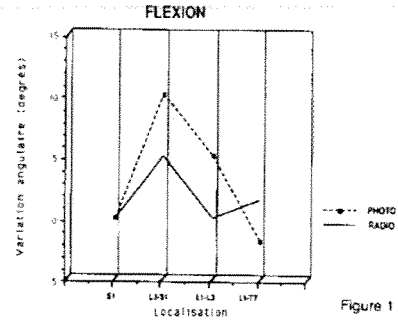


Figure 1

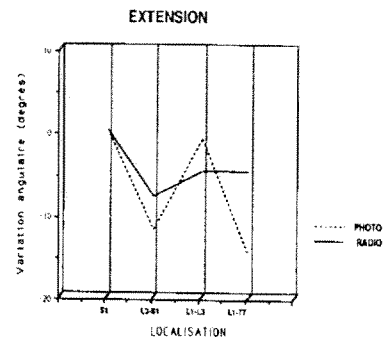


Figure 2

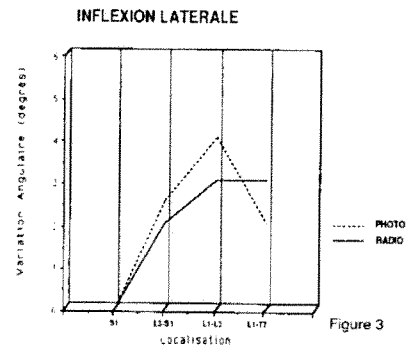


Figure 3

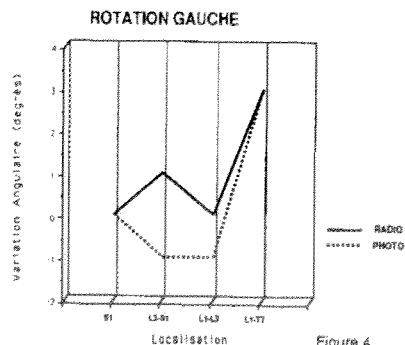


Figure 4

## DISCUSSION

Parmi les divers procédés d'étude de la cinétique du rachis thoracique et lombaire, l'utilisation de marqueurs cutanés apparaît comme la plus licite pour des raisons éthiques et son caractère anodin (12). Encore faut-il que cette méthode soit fidèle en permettant des mesures valables. Chez le sujet mince, il existe une adhérence entre la face profonde de la peau et les éléments fibreux recouvrant l'apex du processus épineux (fig. 5). De fait, il est notoire que les déplacements cutané-squelettiques, à ce niveau privilégié, sont réduits à l'inverse de ce qui est constaté dans d'autres localisations.

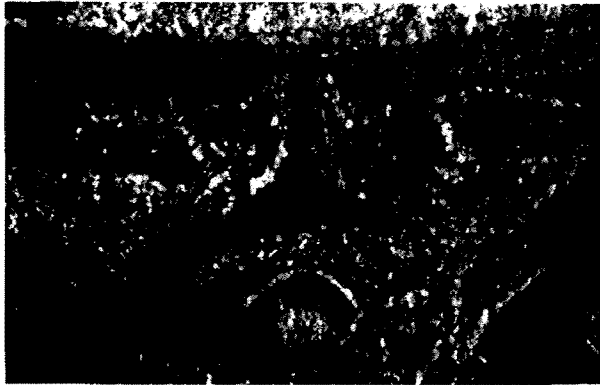


Figure 5 : Coupe transversale au niveau de L1 montrant l'adhérence (flèche) entre la face profonde de la peau et les éléments fibreux recouvrant le processus épineux.

Nous avons choisi par ailleurs d'arthrodéser solidement les articulations coxofémorales chez le sujet anatomique et de demander au sujet vivant de bloquer le bassin. En effet, nous avons pu démontrer l'importance de l'orientation du plateau sacré, mécanisme essentiellement sous la dépendance des mouvements de la hanche, tant chez l'haltérophile (11) que chez le cavalier de loisir (10). Dans les conditions d'expérimentation, la ceinture pelvienne pouvait être considérée comme fixe permettant de la sorte des mesures comparatives.

Avec ces préalables, la mesure de la cinétique du rachis peut être considérée comme licite chez le sujet maigre. Il est donc possible de poursuivre l'expérimentation avec des mesures en 3D que nous avons entreprises comme d'autres équipes (8, 3, 1, 4).

Par ailleurs, il est important de déterminer les mouvements les plus intéressants pour ces études dans les diverses postures. Nous avons entrepris de façon systématique ce recensement.

## CONCLUSION

Dans l'étude de la cinétique du rachis thoracique et lombaire, l'utilisation des marqueurs cutanés nous apparaît réalisable et techniquement assez valable. Avec une technologie informatique importante et des protocoles bien définis, il s'ouvre des perspectives importantes de recherche dans un domaine jusque là difficilement explorable.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS M.A., DOLAN P. - A technique for quantifying the bending moment acting on the lumbar spine in vivo. *J. Biomech.*, 1991, **24**, 117-126.
2. AXELSSON P., JOHNSON R., STROMQVIST B. - Effect of lumbar orthosis on intervertebral mobility. A roentgenstereophotogrammetric analysis. *Spine*, 1992, **17**, 6, 678-681.
3. DILLARD J., TRAFIMOW J., ANDERSSON G.B., CRONIN K. - Motion of the lumbar spine. Reliability of two measurement techniques. *Spine*, 1991, **16**, 3, 321-324.
4. GRACOVETSKY S., KARY M., LEVY S. et al. - Analysis of spinal and muscular activity during flexion/extension and free lifts. *Spine*, 1990, **15**, 12, 1333-1339.
5. GREGERSEN G., LUCAS D. - An in vivo study of the axial rotation of the human thoraco-lumbar spine. *J. Bone Joint Surg.*, 1967, **49A**, 2.
6. LINDAHL O. - Determination of the sagittal mobility of the lumbar spine - a critical method. *Acta Orthop. Scand.*, 1966, **37**, 241-254.
7. SHAFER W.O., SPRATT K.F., WEINSTEIN J. et al. - The consistency and accuracy of roentgenograms for measuring sagittal translation in the lumbar vertebral motion segment. An experimental model. *Spine*, 1990, **15**, 8, 741-750.
8. TILLOISON K.M., BURTON A.K. - Non invasive measurement of lumbar sagittal mobility. An assessment of the flexicurve technique. *Spine*, 1991, **16**, 1, 29-33.
9. TROUP J., HOOD C.A., CHAPMAN A.E. - Measurements of the sagittal mobility of the lumbar spine and hips. *Ann. Phys. Med.*, 1968, **9**, 308-321.
10. VANNEUVILLE G., SCHEYE Th., DUCHER E. et al. - Biomécanique de la colonne vertébrale. Applications au rachis du cavalier. *Sciences et Sports*, 1991, **6**, 133-134.
11. VANNEUVILLE G., GARCIER J.M., POUMARAT G. et al. - Mechanisms of orientation of the pelvifemoral base during static loading of the lumbar spine in weight-lifters. *Surg. Radiol. Anat.*, 1992, **14**, 29-33.
12. VANNEUVILLE G., COILLARD Ch., POUMARAT G. et al. - Etude critique des méthodes d'étude de la cinétique du rachis thoracique et lombaire chez l'homme. Communication 74<sup>e</sup> congrès de l'Association des Anatomistes, Paris 27-29 avril 1992. *Bull. Assoc. Anat.*, 1993, **77**, n° 237, 27-32.