

MESURE DE L'ÉQUILIBRE SAGITTAL RACHIDIEN : CONSEQUENCES SUR DIVERS TROUBLES STATIQUES

P. MANGIONE, J.M. VITAL, J. SÉNÉGAS.

L'étude clinique de l'équilibre sagittal n'est pas simple, car la posture est difficile à mesurer et à quantifier dans le plan sagittal.

L'axe d'équilibre du tronc est connu depuis les dessins d'anatomie de Léonard de Vinci. La première détermination du centre de gravité du corps est due à l'italien Borelli. Dans "de motu animalium" en 1685 il fixa la position du centre de gravité comme étant à 57 % de la hauteur de l'individu. Ces notions furent confirmées par la suite par les frères Weber en 1836, puis par les travaux de Braune et Fisher à la fin du siècle dernier.

Ces premières études ont été établies avec la plate-forme de gravité, qui permet de déterminer la projection au sol du centre de gravité du corps. Lorsque l'on trace une droite à partir de ce point, elle passe chez l'individu normal par le tragus, par C6, T12, puis en avant de S2, puis juste en arrière des hanches, en avant des genoux et de la cheville. Mais cet axe n'est que la réaction au sol de l'ensemble de la gravité du corps humain, et il n'est valable que jusqu'au niveau de S2.

Or, comme ce qui nous intéresse plus particulièrement, c'est la répartition segmentaire des charges de la partie située au dessus des têtes fémorales et cet axe de gravité n'a donc que très peu d'intérêt.

On doit à Vidal, avec T Marnay, le mérite d'avoir approfondi la rela-

tion entre posture et étude radiographique debout, et d'avoir relié les courbures rachidiennes à la statique pelvienne sous-jacente. Mais ce sont Cosson, Duval-Beaupère et Legaye qui ont fourni les outils permettant de mesurer la posture. Ils ont pu en effet déterminer avec précision le centre de gravité du tronc grâce au barycentre-mètre, une sorte de Scanner, permettant de découper le sujet en tranches et de définir le centre de gravité de chaque tranche. Ils ont ainsi pu démontrer que le centre de la masse corporelle supporté par les têtes fémorales se trouve à peine en avant de T9. En étudiant parallèlement les paramètres radiologiques ils ont pu définir des valeurs normales, ou moyennes de l'équilibre sagittal.

Puisque nous sommes largement inspirés de ces travaux, il semble utile tout d'abord de rappeler les différents paramètres, les outils en quelque sorte, utilisés pour quantifier la posture dans le plan sagittal.

LES PARAMETRES RADIOLOGIQUES DE LA POSTURE DANS LE PLAN SAGITTAL (fig 1)

■ LES PARAMETRES RACHIDIENS (Fig 1 a)

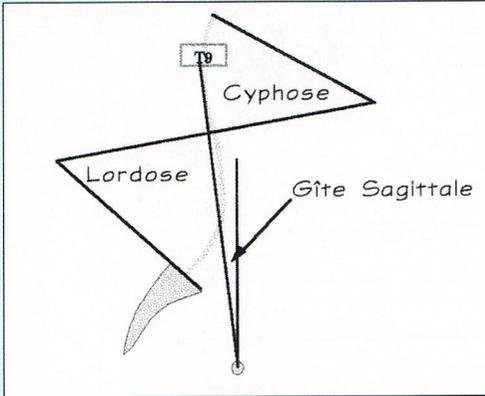
La *cyphose* et la *lordose* ont pour limite les plateaux vertébraux les plus inclinés sur l'horizontale, ce qui inclut forcément le plateau sacré en bas.

La *gîte sagittale*, qui donne la position de T9 par rapport aux têtes fémorales, permet de situer le centre de gravité du tronc par rapport aux hanches. En effet, lorsque l'on ne possède pas de barycentre-mètre on peut considérer T9 comme le substitut du centre la masse corporelle susjacent aux têtes fémorales.

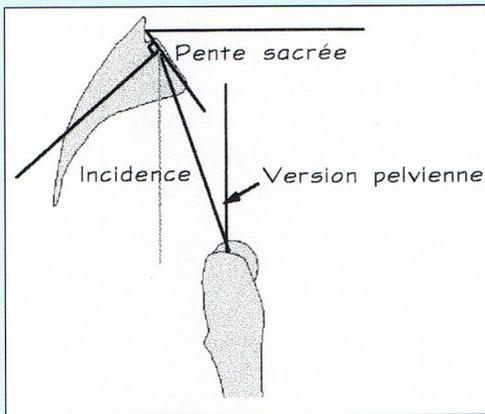
■ LES PARAMETRES PELVIENS RENDENT COMPTE DE LA POSITION DU BASSIN

La *pente sacrée*, ou angle sacro-horizontale des anglo-saxons, est l'inclinaison du plateau sacré sur l'horizontale, alors que la *version pelvienne* est l'angle entre la verticale et droite unissant le centre des têtes fémorales au centre du plateau sacré (fig 1 b).

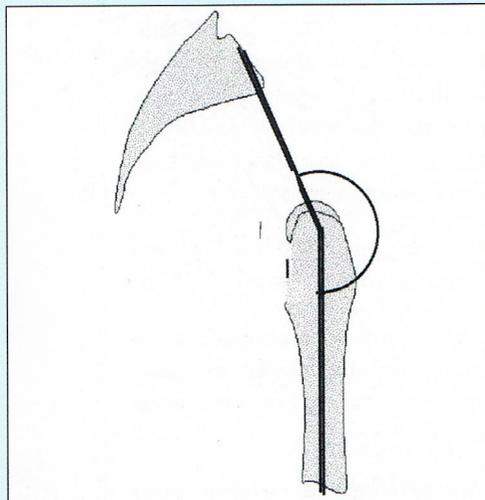
Figure 1: Les paramètres de la posture dans le plan sagittal



1 a: Paramètres rachidiens



1 b: Paramètres pelviens



1 c: Angle pelvi-fémoral

Ces 2 paramètres sont dits positionnels, car leur valeur est variable selon la position du bassin.

L'angle d'incidence (fig 1 b) est au contraire un paramètre morphologique. Il est formé par la perpendiculaire au plateau sacré en son centre, et la droite reliant le centre du plateau sacré avec le centre des têtes fémorales. On démontre que cet angle est égal à la somme algébrique des deux autres. En effet, si l'on trace la verticale à partir du centre du plateau sacré on décompose cet angle en deux. L'angle de droite est égal à la version pelvienne, puisqu'il s'agit de deux lignes verticales, donc parallèles, coupées par une diagonale. L'angle de gauche est égal à la pente sacrée, puisque les droites qui le forment sont perpendiculaires à chacune des droites qui forment la pente sacrée.

L'incidence est donc égale à la version pelvienne plus la pente sacrée. Si la pente augmente, la version diminue et vice-versa.

Il faut ajouter à ces paramètres l'angle pelvi-fémoral (fig 1 c), car il est fondamental lors de l'acquisition de la station érigée.

C'est l'angle compris entre l'axe fémoral, ou sa parallèle et la droite tracée du centre des têtes fémorales au centre du plateau sacré. Cet angle est plus adapté à la mesure de l'extension des hanches que ne l'est la version pelvienne.

Après avoir défini les paramètres utilisés pour l'analyse posturale dans le plan sagittal, nous allons voir leur application chez le sujet normal, puis pathologique.

LE SUJET NORMAL

La station verticale de l'homme est soumise à une loi générale, qui est celle de la recherche de la consommation d'énergie minimum. Pour arriver dans cette situation économique deux modifications se sont produites, lors de l'évolution de l'espèce, comme de la croissance de l'individu : l'extension des hanches, qui sous l'action du grand fessier a redressé le bassin, et la lordose lombaire, qui par l'action de l'érector spinae a entraîné l'horizontalisation du sacrum (fig 2).

Il est donc logique de trouver des corrélations entre lordose et pente sacrée, et entre version pelvienne et extension des hanches.

La première corrélation, entre lordose et pente sacrée, est connue depuis les travaux de Voutsinas ($r = 0,58$) et Duval-Beaupère ($r = 0,85$) : nous la confirmons aussi bien pour les sujets pathologiques que normaux ($r = 0,77$ sur 57 cas).

Nous avons retrouvé par ailleurs une corrélation entre version pelvienne et ouverture de l'angle pelvi-fémoral (fig 3) ($y = 187,58 + 1,0575x$ $R^2 = 0,721$), ce qui n'est pas étonnant, puisque il s'agit, en fait, du même mouvement, sous l'action du grand fessier

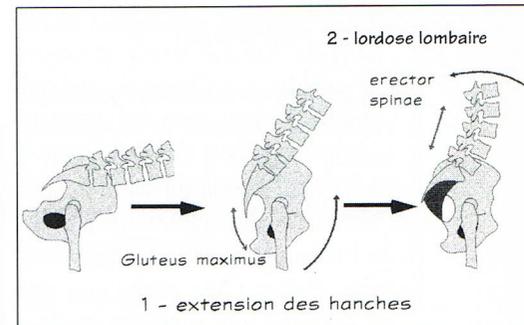


Figure 2: Mécanismes de la verticalisation

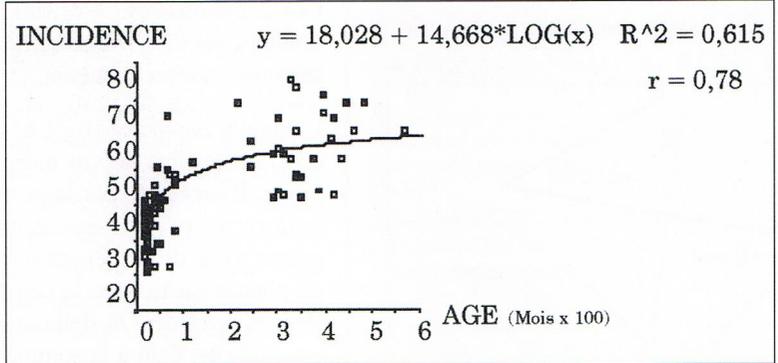
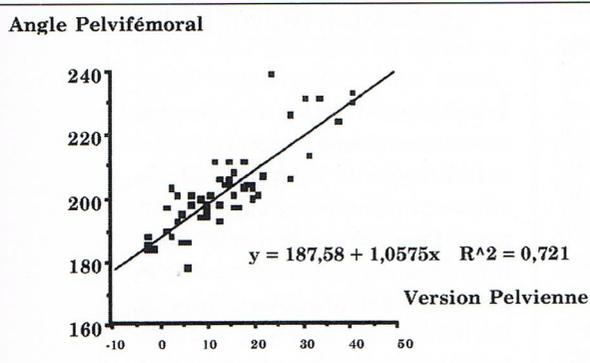


Figure 3 : Corrélation Version pelvienne / Angle Pelvifémoral

Figure 4: Corrélation âge / incidence

principalement. En effet, si on place le fémur vertical, fixe au sol, l'ouverture de l'angle pelvifémoral entraîne une rétroversion pelvienne, alors que sa fermeture entraîne une antéversion.

Mais l'acquisition de la lordose lombaire entraîne l'horizontalisation du plateau sacré, c'est-à-dire l'ouverture de l'angle d'incidence.

En effet, après avoir mesuré l'angle d'incidence chez 30 fœtus, 30 enfants et 30 adultes, nous avons observé avec Dominique Gomez une augmentation progressive de cet angle : 30° chez le fœtus, 40° chez l'enfant, >50° chez l'adulte. En étudiant sur le même diagramme l'ensemble de la population (fig 4), on observe une augmentation de l'angle d'incidence au cours des premières années de vie. Ceci rejoint les observations faites par Abitbol, concernant l'angle lombosacré.

On peut donc considérer cet angle comme un stigmate de la verticalisation, puisque il est secondaire à l'horizontalisation du sacrum, sous l'influence de l'erector spinae, lors de l'acquisition de la lordose lombaire. Puis à l'âge adulte son rôle est essentiel, car il permet d'adapter la pente sacrée à la posture. Les possibilités d'adaptation de la

pente sacrée seront d'autant plus importantes que l'angle d'incidence est grand, et on comprend que un angle d'incidence faible ; est un handicap, car les possibilités de compensation sont moindres.

Les deux modifications principales, extension des hanches, ou rétroversion pelvienne, et lordose lombaire dont on vient de parler, vont donc conditionner les courbures rachidiennes susjacentes. En effet, lorsque ces phénomènes se produisent de manière équilibrée, on aboutit à un morphotype normal. Lorsqu'il existe un déficit d'extension de hanche, le bassin est antéversé. La lordose lombaire compense la verticalisation du plateau de S1 en accentuant sa courbure, et on aboutit au morphotype dynamique, avec accentuation des courbures. A l'inverse, lorsque l'hyper extension de hanche est possible, le bassin se rétroverse beaucoup plus. Le plateau de S1 est alors peu incliné, et les courbures rachidiennes sont faibles (morphotype statique).

APPLICATIONS PATHOLOGIQUES

Il nous a alors semblé intéressant d'analyser, à la lumière de ces données, des patients, afin de voir comment ils se situaient par rapport à l'individu normal.

Nous avons étudié 57 patients que l'on peut regrouper en trois groupes nosologiques :

- Celui des cyphoses, 15 cas, dégénératives ou postopératoires
- Celui des Spondylolyses et spondylolisthésis (16 cas)
- Celui de la pathologie dégénérative banale lombalgie et canal lombaire étroit (nous ne parlerons pas des résultats de ce dernier groupe, car ils concernent peu l'équilibre sagittal).

Chez ces patients nous avons effectué un triple bilan:

- 1- *un examen clinique*, pour recueillir des données anthropométriques et étudier les rétractions musculaires
- 2- *un testing musculaire*, pour évaluer la force et la fatigabilité
- 3- *une étude radiographique*.

***Sur le plan clinique, nous avons mesuré :**

- l'extension de la hanche ainsi que la rétraction du psoas par la distance rotule - table d'examen en décubitus ventral. En effet la mesure angulaire de l'extension de hanche nous a semblé peu fiable.

- la rétraction du droit fémoral par la distance talon fesse, celle des ischio-jambiers par la flexion de hanche genou tendu et la souplesse du rachis lombaire en flexion par le Schoeber.

***L'évaluation musculaire** a été effectuée avec un dispositif dynamométrique (Myostat). Les mesures ont porté sur quatre groupes musculaires : les extenseurs du rachis, les abdominaux, les quadriceps et les ischiojambiers. Il aurait été très intéressant d'obtenir des données sur le grand fessier, mais l'appareil dont nous disposions ne permettait pas pas de le tester. Ont été étudiés la résistance maximale, la fatigabilité, et les ratios Extenseurs/Fléchisseurs et Quadriceps/ischiojambiers.

Nous avons également pu définir un indice de force reflétant la force globale du sujet.

***Nous avons effectué les radios** sur grande cassette, les bras posés sur un support, en étudiant les paramètres précédemment définis.

Pour plus de clarté nous exposons dans les tableaux uniquement les résultats des mesures radiologiques et la discussion relative en fonction de chaque pathologie.

■ SPONDYLOLYSE

L'analyse des résultats observés chez les 7 cas de spondylolyse montre des paramètres radiologiques un peu élevés, à tous les

	Normal	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Liaison S
Age		29	18	40	8,96	
Incidence	53±11	60,43	31	90	18,55	NS
Pente sacrée	41±8	45,86	33	61	10,23	NS
Version pelvienne	12±6	15,71	4	32	8,99	NS
Cyphose	45±10	46,14	38	72	11,61	NS
Lordose	61±10	66,86	45	85	15,6	NS
Gîte sagittale	11±3	11,71	5	20	5,7	NS
APF	188±6	190,83	177	203	8,55	NS

Tableau I : Spondylolyses

niveaux, sans pour autant qu'il y ait de différence significative (tableau I). En particulier, la gîte sagittale est normale, ce qui montre bien que ces sujets sont équilibrés.

Globalement, ce groupe est donc superposable à celui du sujet normal.

■ SPONDYLOLISTHÉSIS

Il en est autrement des spondylolisthésis, au nombre de 9.

Presque tous les paramètres sont en effet altérés (tableau II). Il y a aug-

mentation de l'incidence, de pente sacrée et de la version, de la lordose et de la gîte.

Seul le rachis thoracique est normal, voir diminué, alors que l'angle pelvifémoral est augmenté, même si ce n'est pas significatif.

Il faut insister sur le fait que la gîte sagittale est très faible, et que la spondylolisthésis est la seule pathologie de la série où ce paramètre est perturbé. Ceci veut dire que le centre de la masse corporelle de la partie supérieure du tronc est trop antérieur.

	Normal	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Liaison S
Age		30	18	42	7,42	
Incidence	53±11	76,44	63	93	10,01	p<0,001
Pente sacrée	41±8	57,89	40	75	12,54	p<0,01
Version pelvienne	12±6	18,56	3	26	7,63	p<0,05
Cyphose	45±10	31,11	18	39	6,03	p<0,001
Lordose	61±10	79,89	29	103	20,47	p<0,05
Gîte sagittale	11±3	5,67	-4	12	5,19	p<0,02
APF	188°±6	193,13	177	207	16,9	NS

Tableau II : Spondylolisthésis

Sur le plan clinique, l'extension des hanches est bonne, certainement parce que le psoas est détendu du fait du déplacement en bas et en avant du rachis.

A l'inverse, le droit fémoral est rétracté, ce qui est le reflet de la rétroversion du pelvis.

On peut remarquer que l'aggravation de la pente sacrée et de l'incidence peuvent s'expliquer par l'usure du plateau sacré, à tel point qu'habituellement on ne tient pas compte de ce paramètre en matière de spondylolisthésis.

Cependant il est logique de prendre en compte la pente sacrée, d'une

part car on peut toujours définir l'extrémité antérieure du plateau, et d'autre part parce que c'est ce plateau qui va imposer l'obliquité de L5, et donc la lordose.

Si on isole les 4 cas de spondylolisthésis > 50 %, on retrouve une accentuation des anomalies précédemment décrites.

En définitive, si l'on admet qu'il s'agit de l'évolution de la même pathologie, en allant de la lyse au listhésis, on observe une aggravation progressive.

On peut donc proposer le schéma suivant (fig 5) :

Pour des raisons mécaniques, d'hyper utilisation dans des mouvements d'hyperlordose (sport, travail manuel), il se produit une fracture de fatigue isthmique, favorisée par l'existence d'une lordose à peine plus importante que la normale.

Le sujet présente là une gîte sagittale normale, ce qui témoigne d'un équilibre sagittal correct.

En raison de la lésion isthmique, la composante horizontale, de cisaillement, au niveau de disque L5-S1 n'est plus annulée par les articulaires postérieures L5-S1, et il se produit un glissement de la vertèbre vers l'avant. Ce glissement est d'autant plus important que la pente sacrée est grande.

Par ailleurs, en glissant, la vertèbre entraîne des modifications du plateau de S1, qui aggravent la pente sacrée, d'où un cercle vicieux.

Le glissement de la vertèbre déplace le centre de gravité vers l'avant, d'où déséquilibre. Pour compenser, le bassin se rétroverse.

Cependant ce mécanisme est peu efficace pour deux raisons :

Premièrement la pente sacrée continue à s'aggraver, car le plateau sacré se déforme de plus en plus.

Deuxièmement la rétroversion pelvienne, qui n'est autre qu'une hyperextension de hanches, tire sur le rachis par l'intermédiaire du psoas, en aggravant la luxation. Il apparaît alors la cyphose lombosacrée.

Il nous semble donc que la survenue d'un spondylolisthésis s'accompagne d'une altération de l'équilibre sagittal du sujet, qui essaye de compenser comme il le peut ce déplacement du centre de gravité vers l'avant.

C'est en cela que notre conception diffère de celle de Marnay, pour qui le spondylolisthésis survient au contraire pour rattraper un déséquilibre, lié à un centre de gravité initialement trop postérieur.

■ CYPHOSE LOMBAIRE DÉGÉNÉRATIVE

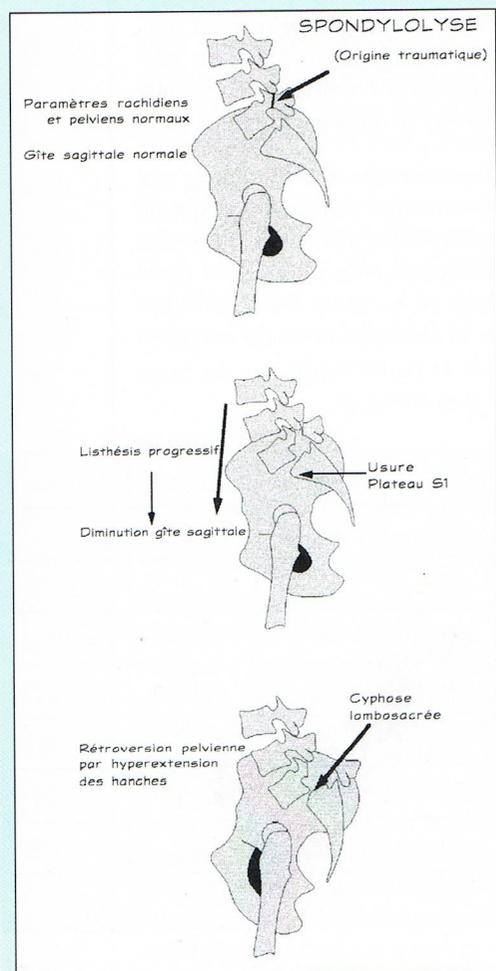
Il y avait 10 cas de cyphose lombaire dégénérative (tableau III).

La lordose est bien étendue faible, presque la moitié de la normale. La pente sacrée est donc également diminuée. Puisque l'angle d'incidence est normal, c'est la version pelvienne qui est augmentée, de façon très significative, et les hanches sont en extension. La gîte sagittale est normale.

Sur le plan clinique, on on retrouve une rétraction globale, concernant aussi bien le psoas que le droit fémoral et les ischiojambiers. Le rachis lombaire est déjà en flexion, d'où un Schoeber faible.

Le testing montre que la force musculaire est très diminuée, avec

Figure 5 : Physiopathologie du spondylolisthésis



	Normal	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Liaison S
Age		63	32	77	13,61	
Incidence	53±11	56,2	36	75	11,96	NS
Pente sacrée	41±8	27,4	2	43	11,66	p<0,01
Version pelvienne	12±6	28,8	9	52	12,77	p<0,01
Cyphose	45±10	37,8	15	65	17,94	NS
Lordose	61±10	36,7	21	53	9,07	P<0,001
Gîte sagittale	11±3	12,4	2	25	7,64	NS
APF	188±6	197,89	181	220	14,81	P<0,1

Tableau III : cyphose lombaire dégénérative

un indice de force très faible, et cet affaiblissement touche particulièrement les fléchisseurs, d'où un ratio E/F élevé.

La physiopathologie de la cyphose lombaire est complexe et multifactorielle : la cyphose lombaire est probablement le primum movens des modifications morphologiques, et les autres déformations tentent de compenser le déplacement en avant du centre de gravité.

Takemitsu, qui a analysé une série de 105 patients, a retenu le facteur postural comme prépondérant.

Il est certain qu'il existe des altérations musculaires importantes, avec parfois une involution majeure de la masse sacrolombaire sur les coupes scannographiques ou IRM.

Les études en microscopie ont d'ailleurs montré une altération des fibres musculaires, avec atrophie des fibres et présence de cellules tartratoïdes, ou de red ragged fibers.

Certains, comme Laroche et Simmons, ont parlé d'une altération primitive de la fibre musculaire, une sorte de myopathie, et d'autres dont Takemitsu, ont invo-

qué un mécanisme semblable au syndrome des loges, au niveau de l'érector spinae. En effet le fascia thoraco lombaire, qui enveloppe les extenseurs, est une gaine inextensible, et la contraction ou la flexion prolongée peuvent entraîner une véritable ischémie musculaire.

De toute façon, sans invoquer des mécanismes aussi complexes, Milne et Suzuki ont démontré que le vieillissement est à l'origine d'une diminution de la lordose lombaire, et l'article plus récent de Gelb confirme ces données. Ceci est logique, et est lié à un double processus : en avant il se produit une déshydratation et un pincement discal, ainsi que d'éventuelles cunéiformisations des corps vertébraux, et en arrière un encombrement articulaire postérieur, lié à l'arthrose.

Une fois que la cyphose lombaire s'est produite, l'hyper extension des hanches, permettant la rétroversion du bassin et donc l'horizontalisation du plateau sacré, permet de compenser la perte de lordose. Lorsque l'extension des hanches est à bout de course, il se produit un flexum des genoux, qui permet d'horizontaliser un peu plus

le plateau sacré. Ensuite, si cela n'est pas suffisant, le sujet se place en rotation externe fémorale, ce qui, en ramenant le petit trochanter en avant, détend le psoas, permettant un peu plus de rétroversion.

Au total, ces sujets adoptent une posture qui ressemble beaucoup à celle du primate.

Il faut enfin noter que ces sujets n'ont plus de réserve d'extension au niveau des hanches, et il leur est donc très difficile de se déplacer ; ils ne marchent en fait qu'à tout petits pas.

■ CYPHOSE LOMBAIRE POSTOPÉRATOIRE

Il y a encore un groupe de la série qui est très intéressant : c'est celui des cyphoses lombaires postopératoires (Tableau IV).

Il s'agit de 5 patients, tous opérés pour scoliose idiopathique et dans 1 cas pour scoliose dégénérative, et qui présentaient de toute évidence une hypolordose lombaire. On retrouve ici exactement les mêmes déformations que dans les cyphoses lombaires dégénératives, mais encore plus accentuées, et ceci démontre clairement que si nous commençons à comprendre les principes de l'équilibre sagittal nous sommes encore très loin des applications pratiques et chirurgicales.

CONCLUSION

Les paramètres radiologiques de l'équilibre sagittal sont d'un grand intérêt pour apprécier la posture et nous permettent de planifier les

CLP(N=5)	Normal	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Liaison S
Age		47	19	73	17,76	
Incidence	53±11	60,6	23	73	18,94	NS
Pente sacrée	41±8	19,6	6	30	7,71	p<0,01
Version pelvienne	12±6	41	17	50	12,31	p<0,01
Cyphose	45±10	48	30	70	15,18	NS
Lordose	61±10	27,4	16	36	7,68	P<0,001
Gîte sagittale	11±3	10	4	18	4,73	NS
APF	188±6	207,2	189	217	9,68	P<0,02

Tableau IV : cyphose lombaire postopératoire

interventions et même de galber le matériel avant la chirurgie, afin que le patient soit en postopératoire dans la situation la plus économique possible.

Cette planification est particulièrement utile lorsque on réalise une

ostéotomie vertébrale, et le calcul est établi en préopératoire, à l'aide de calques. Le but étant d'obtenir un profil sagittal proche de la normale, il faut également simuler les modifications qui sont susceptibles d'intervenir après la correction au niveau du pelvis.

Voici notre façon de procéder (fig 6) :

- détermination du niveau à ostéotomiser, en fonction de l'étiologie, des antécédents, et des moyens d'ostéotomie. D'autant plus elle sera basse, d'autant plus grande sera la correction, à soustraction angulaire égale ;

- mise en place du centre de rotation des têtes fémorales, à partir duquel on trace l'angle de 11° et 12°, par rapport à la verticale ;

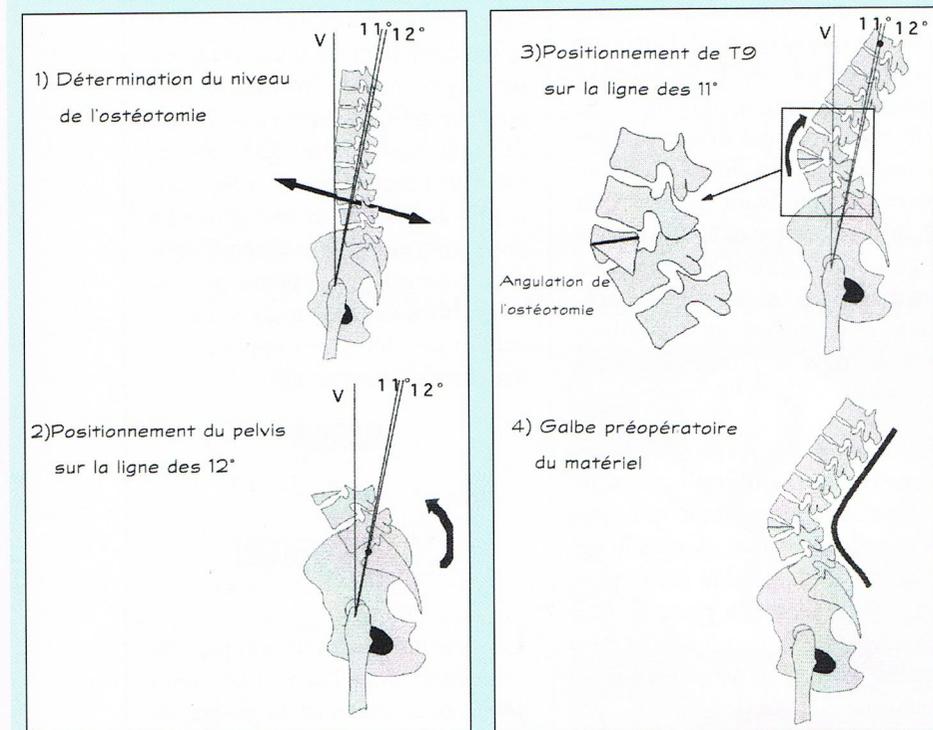
- orientation de la partie sous-jacente à l'ostéotomie, de façon à obtenir une version pelvienne normale ;

- orientation de la partie sus-jacente à l'ostéotomie, de façon à obtenir une gîte sagittale normale (11°) ;

- le segment de vertèbre superposé par les précédentes manipulations est l'angle à soustraire ;

- simulation du matériel, et application du galbe en préopératoire.

Figure 6: Planification préopératoire de l'ostéotomie vertébrale



RÉFÉRENCES

ABITBOL MM: Evolution of the lumbosacral angle. *Am J Physiol Anthropol*, 1987, 72, 3, 361-372.

BRAUNE W, FISCHER O: The center of gravity of the human body as related to the equipment of the German infantry soldiers. 1985, Berlin, Springer.

Delmas A: L'homme devant l'hominisation. *Quaderni di Anatomica Pratica* 1972, S XXVIII, N1-4, 22-56.

DURING J, GOUDFROOIJ H, KEESEN W, BEEKER TH W, CROWE A: Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathological conditions. *Spine*, 1985, 10, 83-87.

DUVAL-BEAUPERE G, SCHMIDT C, COSSON PH: A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis. *The annals of Biomedical Engineering*, 1992, 20, 451-62.

GELB DE, LENKE LG, BRIDWELL KH, BLANKE K, MC ENERY KW: An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine*, 1995, 20, 12, 1351-1358.

LANGRANA NA, LEE CK: Isokinetic Evaluation Muscles. *Spine*, 1984, 9, 2, 171-175.

LAROCHE M, DELISLE MB, MAZIERES B, RASCOL A, CANTAGREL A, ARLET P, ARLET J: Myopathie tardive localisee aux muscles spinaux: une cause de cyphose lombaire acquise de l'adulte. *Rev. Rhum. Mal. Ostéoarticulaires*, 1991, 58, 829-39.

LEGAYE J, HECQUET J, MARTY C, DUVAL-BEAUPERE G: Equilibre sagittal du rachis. Relations entre bassin et courbures rachidiennes sagittales en position debout. *Rachis*, 1993, 5, 215-226.

MANGIONE P, GOMEZ D, SÉNÉGAS J: "Study of the course of the incidence angle during growth", *Eur Spine J* (1997) 6: 163 - 167.

MARNAY T: Equilibre du rachis et du bassin. *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Conférences d'Enseignement 1988*, 281-313.

MAYER TG, SMITH SS, KEELEYN J, MOONEY V: Quantification of lumbar function. Part 2: Sagittal trunk strenght in chronic low-back pain patients. *Spine*, 1985, 10, 765 - 772.

MILNE JS, LAUDER IJ: Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Ann Hufman Biol*, 1974, 1, 327 - 337.

NACHEMSON A: The lumbar spine: an orthopedic challenge. *Spine*, 1976, 1, 59-71.

SIMMONS EH, GRAZIANO, GP, HEFFNER R. Muscle disease as a cause of cyphotic deformity in ankylosing spondylitis. *Spine*, 1991, 16, 8 suppl, 351-360.

SUZUKI N: Studies on posture of healthy Japanese adults: a classifi-

cation of postures and their relation to changes in different age groups (English abstract). *J Jpn Orthop Assoc*, 1978, 52, 471-492.

TAKEMITSU, Y, HARADA Y, IWAHARA T, MIYAMOTO M, MIYATAKE Y: Lumbar degenerative Kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies. *Spine*,

1988, 13, 11, 1317-1326.

VITAL JM, SENEGAS J, POINTILLART V: Cyphoses dégénératives lombaires. *Le rachis vieillissant*, L Simon, Masson, Paris, 1992, 146-154.

VOUTSINAS SA, MACEWAN GD: Sagittal Profiles of the spine, *Clin Orthop Rel Res*, 1986, 210, 235 - 242

FRANCO & FILS

C O N C E P T E U R

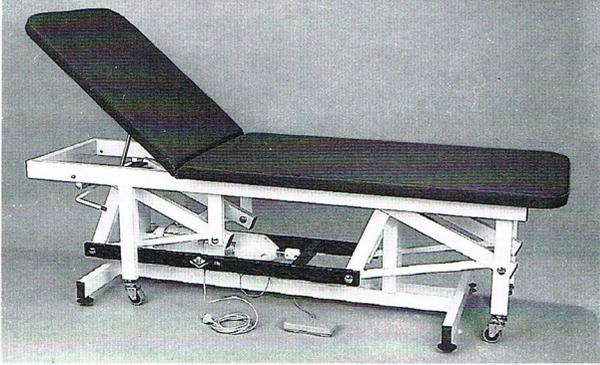
DEPUIS 1955

30 MODÈLES

CATALOGUE SUR DEMANDE

N°1

TABLE ÉLECTRIQUE



Z.I. RN7 58320 POUQUES-LES-EAUX  TEL 86 68 83 22 FAX 86 68 55 95

F A B R I C A T I O N

D'APPAREILS MÉDICAUX ET PARA-MÉDICAUX

AGENCE CS NEVERS