

**Etude des paramètres radiologiques du rachis.  
Plan sagittal de l'enfant paralysé cérébral  
marchant ou déambulant. Corrélation avec la  
GMFCS.**

Dr BERNARD Jean-Claude, Mlle Julie DECEUNINCK, Mlle Audrey COMBEY, Mr Eric LOUSTALET, Mr Eric BERTHONNAUD, Dr Emmanuelle CHALEAT-VALAYER.

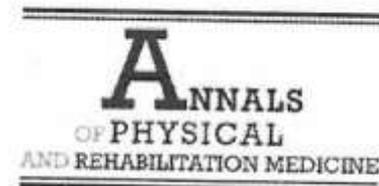




Available online at  
SciVerse ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
EM|consulte  
www.em-consulte.com

Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 56 (2013) 123–133



Original article / Article original

## Sagittal X-ray parameters in walking or ambulating children with cerebral palsy

*Étude des paramètres radiologiques du plan sagittal chez l'enfant paralysé cérébral marchant ou déambulant*

J. Deceuninck<sup>a,\*</sup>, J.-C. Bernard<sup>a</sup>, A. Combey<sup>a</sup>, S. Leroy-Coudeville<sup>a</sup>, E. Morel<sup>a</sup>,  
E. Loustalet<sup>a</sup>, E. Chaleat-Valayer<sup>a</sup>, E. Berthonnaud<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Croix-Rouge française, CMCR des Massues, 92, rue du Dr-Edmond-Locard, 69005 Lyon, France

<sup>b</sup> Laboratoire de physiologie de l'exercice, université de Lyon, 42000 Saint-Étienne, France

<sup>c</sup> Hôpital Nord-Ouest, 69400 Villefranche-sur-Saône, France

Received 27 January 2012; accepted 29 November 2012



# Terminologie: la paralysie cérébrale

- Ensemble de troubles du mouvement et/ou de la posture et de la fonction motrice
  - Permanents mais expression clinique changeante
  - Dus à un désordre, une lésion ou une anomalie non progressive d'un cerveau en développement ou immature



*Bax M. Terminology and classification of PC; Dev Med Child;1964*

# Introduction

CMCR des Massues, service enfants et adolescents

Paralysie cérébrale

Rachis

Profil rachidien population PC sur le plan clinique est souvent anormal et/ou douloureux:

- ✓ Profil rachidien et pelvien particulier?
- ✓ Anomalies sont elles liées à la croissance ou à la paralysie cérébrale?



# Terminologie: les paramètres pelviens

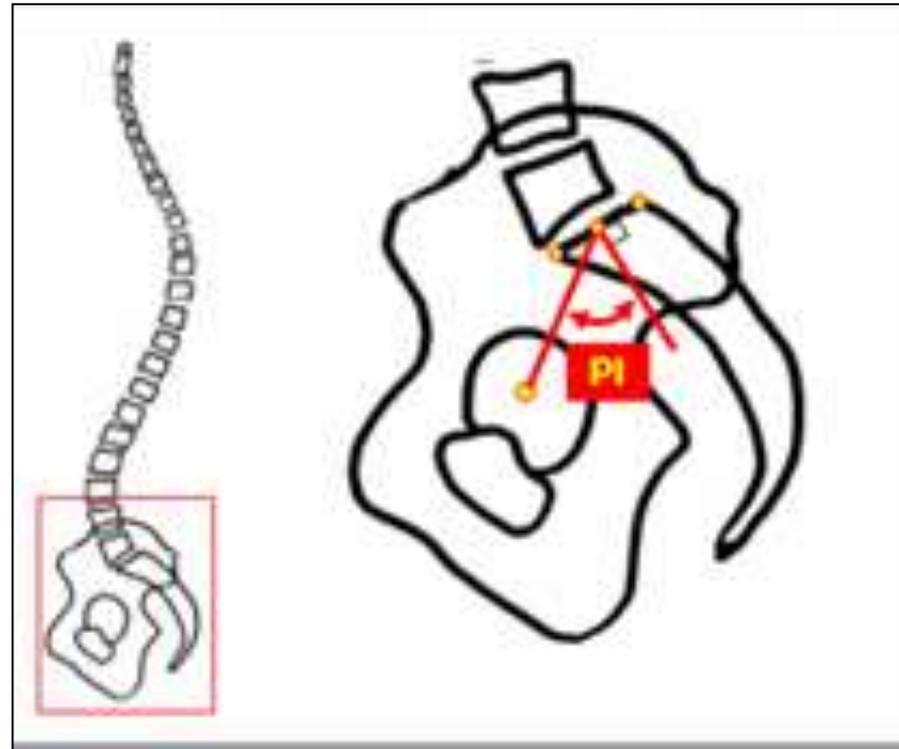
- Incidence pelvienne:

Mesure en degré

Norme=  $46^{\circ} \pm 10^{\circ}$

Construction 3D

Forme du bassin



# Terminologie: les paramètres pelviens

- Incidence pelvienne
- Version pelvienne

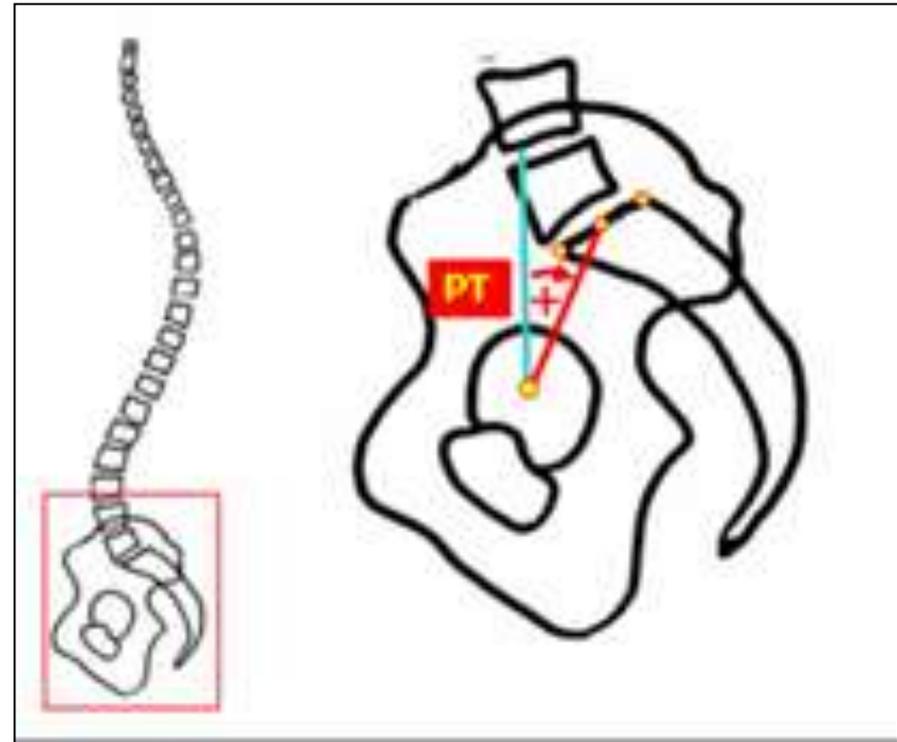
Mesure en degré

Norme =  $8^{\circ} \pm 7^{\circ}$

Position du bassin/hanches

+ en arrière des hanches

- en avant des hanches



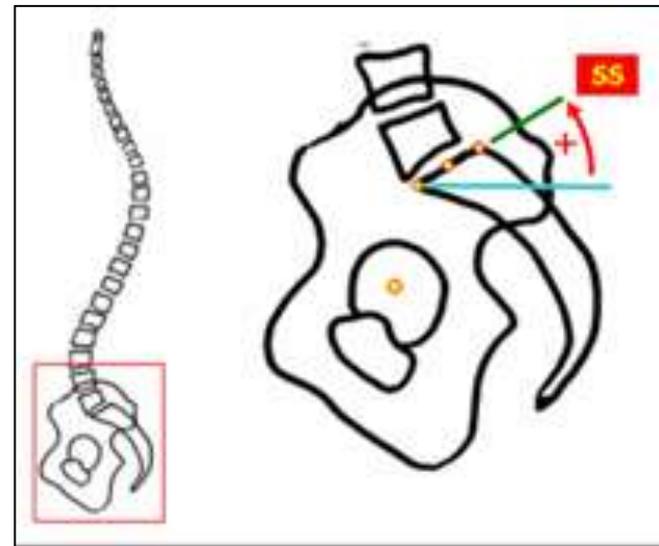
# Terminologie: les paramètres pelviens

- Incidence pelvienne
- Version pelvienne
- Pente sacrée

\*Mesure en degré

\*Norme =  $39^{\circ} \pm 7^{\circ}$

**L'augmentation de la PS entraîne une augmentation de la LL et inversement**

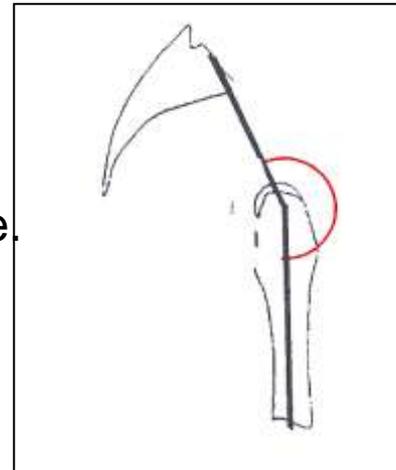


# Terminologie: les paramètres pelviens

- Incidence pelvienne
- Version pelvienne
- Pente sacrée
- APF: Angle Pelvi-Fémoral

Rq: le bassin doit être considéré comme une vertèbre.

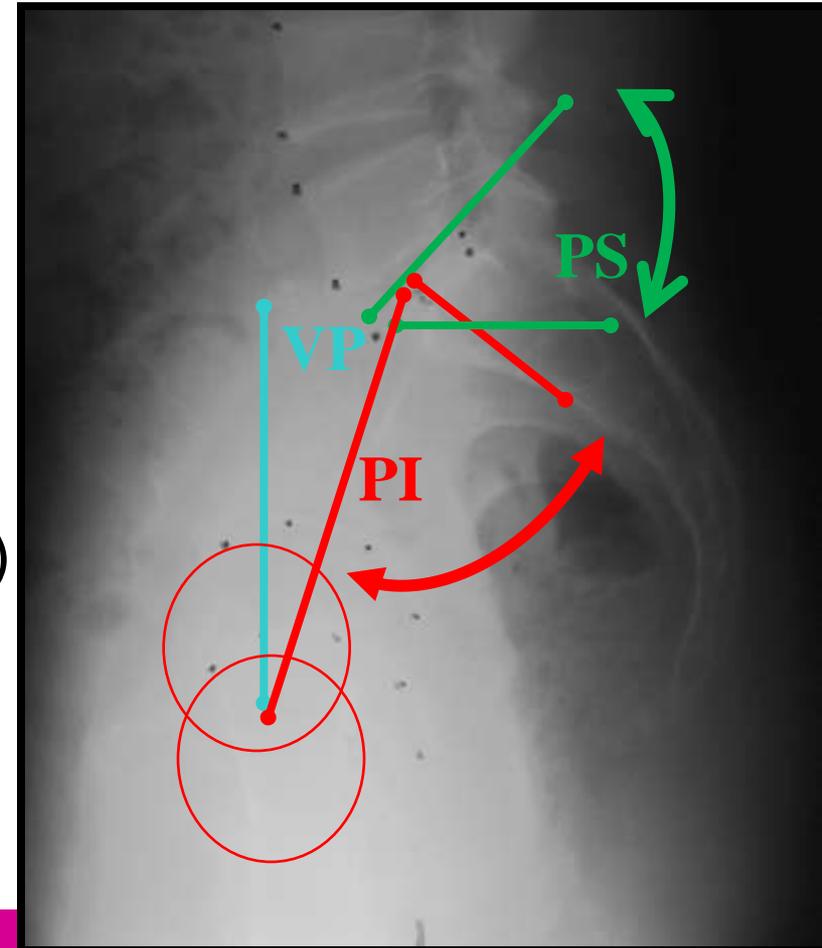
**VERTEBRE PELVIENNE**



# Terminologie: les paramètres pelviens

- Incidence pelvienne (IP= paramètre de forme)
- Version pelvienne ( VP)
- Pente sacrée (PS)  
( VP et PS = paramètres de position)

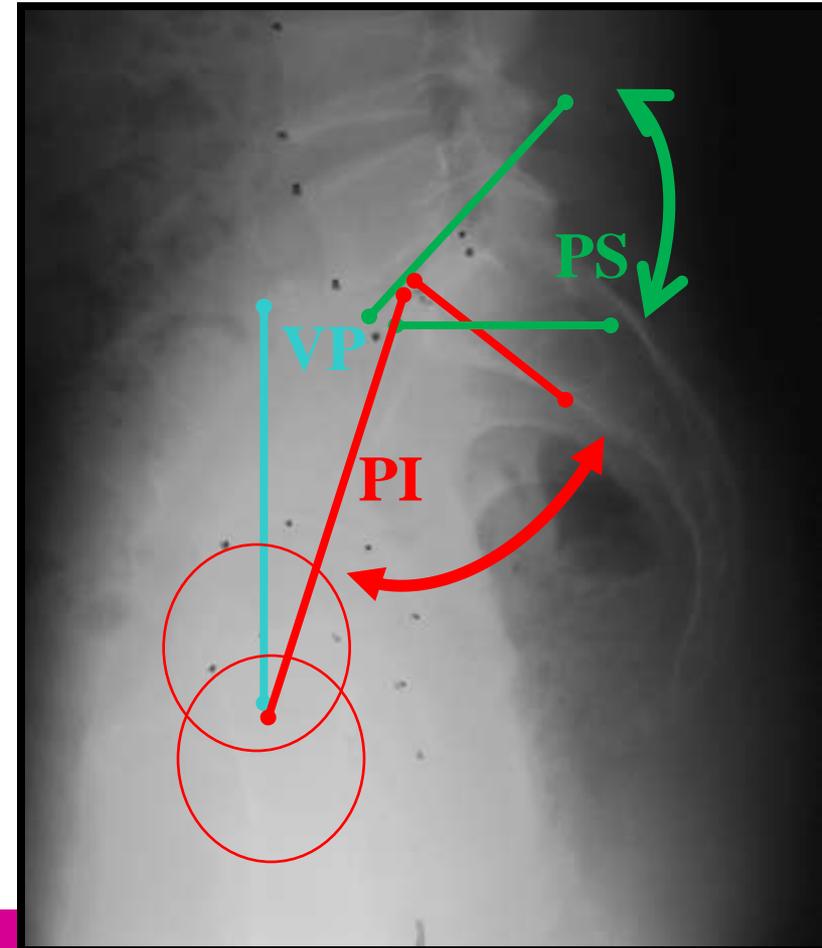
$$IP = PS + VP$$



# Terminologie: les paramètres pelviens

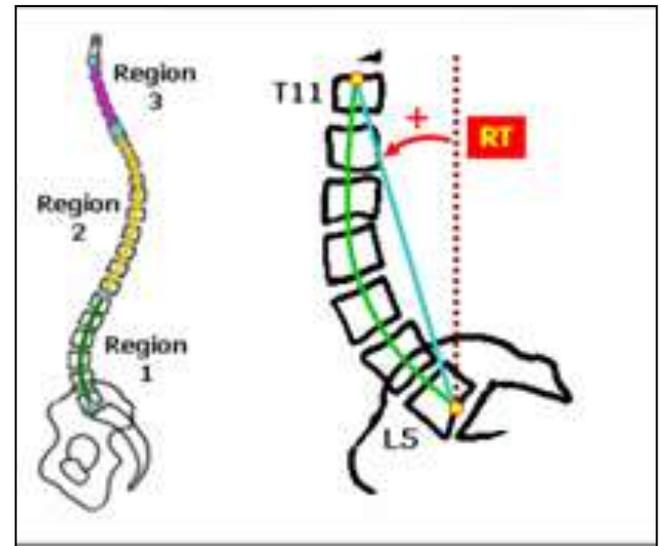
$$IP = PS + VP$$

1. Plus l'IP est forte, plus la lordose lombaire est forte ( les courbures sagittales du rachis sont prononcées)
2. Plus l'IP est faible, plus la lordose lombaire est faible ( les courbures sagittales du rachis sont effacées)



# Terminologie: les paramètres rachidiens

- Lordose lombaire( région 1)
- Cyphose dorsale ( région 2)
- Lordose cervicale ( région 3)
- Orientation de la courbure ( RT)

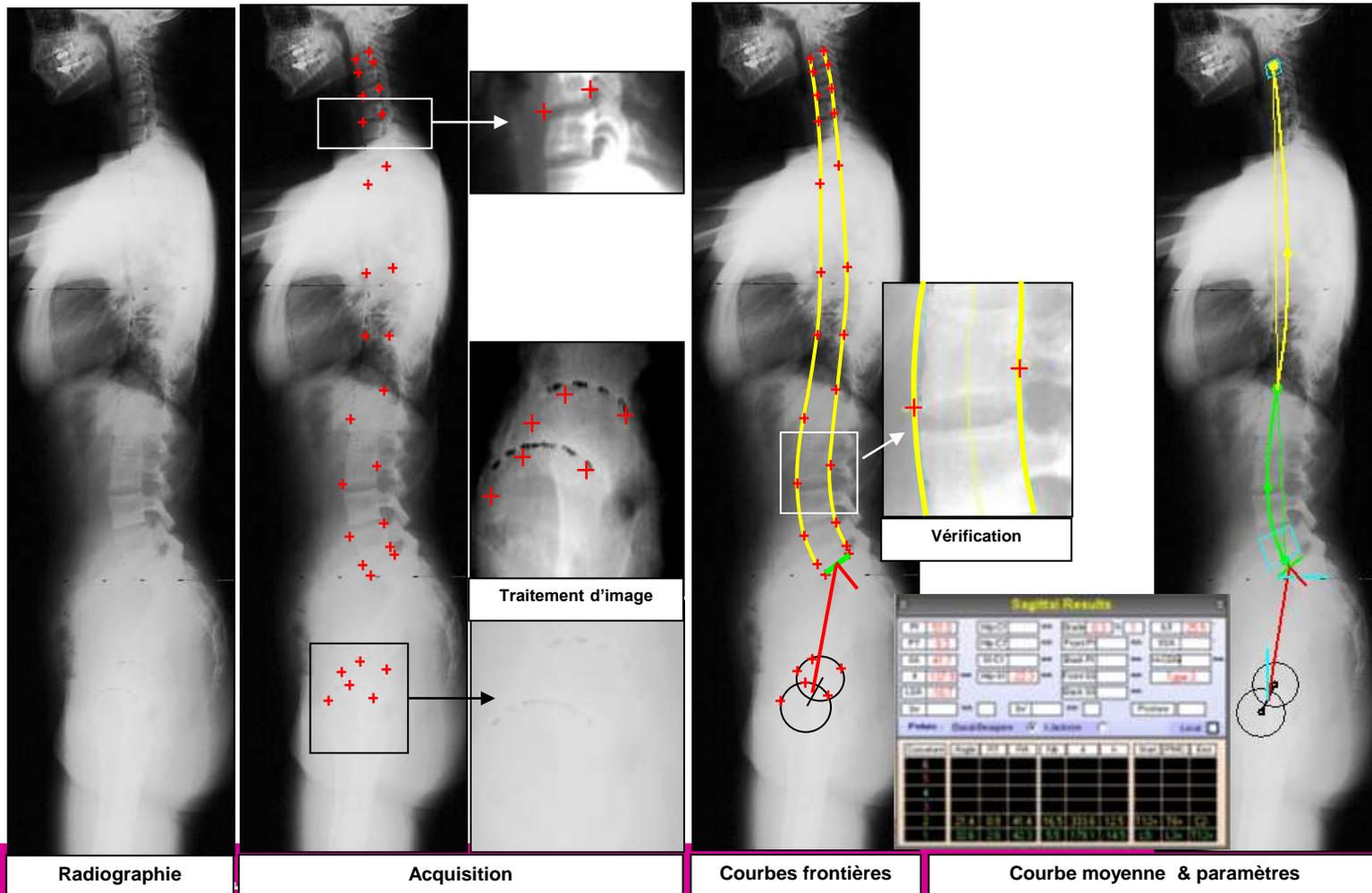


# Population et méthode

- 652 enfants asymptomatiques
  - 42% de garçons et 57% de filles
  - 12,2 ans +/- 3,1
- 119 enfants PC
  - 59% de garçons et 41% de filles
  - 17 hémiplésiques et 102 diplésiques
  - 11,9 ans +/- 4,2



# Matériel et méthode: analyse radiologique. Optispine®



# Résultats: population asymptomatique

	Paramètre	Moyenne	Ecart-type
Patient	Age	<b>12,2</b>	<b>3,1</b>
Paramètres pelviens	IP	<b>46,0</b>	<b>10,9</b>
	VP	<b>7,1</b>	<b>8,1</b>
	PS	<b>38,8</b>	<b>7,6</b>
Lordose lombaire	Angulation	<b>44,7</b>	<b>12,7</b>
	Nombre de vert.	<b>5,0</b>	<b>1,2</b>
	Orientation	<b>- 6,2</b>	<b>5,5</b>
Cyphose	Angulation	<b>44,8</b>	<b>10,6</b>
	Nombre de vert.	<b>11,6</b>	<b>1,5</b>
	Orientation	<b>- 4,1</b>	<b>5,4</b>
Equilibre	Aplomb de C7	<b>- 28,5</b>	<b>41,3</b>

Mac Thiong J-M, Labelle H, Berthonnaud E et al . Eur Spine 2007



# Résultats: population PC

	Paramètre	Moyenne	Ecart-type
Patient	Age	<b>11,9</b>	<b>4,2</b>
Paramètres pelviens	IP	<b>44,8</b>	<b>10,6</b>
	VP	<b>0,3</b>	<b>12,5</b>
	PS	<b>44,6</b>	<b>10,7</b>
	APF	<b>166,7</b>	<b>8,9</b>
Lordose lombaire	Angulation	<b>40,6</b>	<b>14,6</b>
	Nombre de vert.	<b>5,1</b>	<b>1,5</b>
	Orientation	<b>- 0,0</b>	<b>6,8</b>
Cyphose	Angulation	<b>45,0</b>	<b>11,6</b>
	Nombre de vert.	<b>10,8</b>	<b>2,1</b>
	Orientation	<b>3,4</b>	<b>7,8</b>
Lordose cervicale	Angulation	<b>25,7</b>	<b>14,5</b>
	Nombre de vert.	<b>5,7</b>	<b>1,6</b>
	Orientation	<b>19,9</b>	<b>8,9</b>
Equilibre	Aplomb de C7	<b>35,1</b>	<b>47,6</b>



# Résultats: comparaison

Paramètre	Moy. Sain	Moy. PC	Différence	t	p-value
Age	12,191	11,874	0,317	0,961	0,337
IP	45,972	44,842	1,130	1,044	0,297
VP	7,140	0,258	6,882	7,703	<b>&lt;0,0001</b>
PS	38,832	44,584	- 5,751	- 7,059	<b>&lt;0,0001</b>
C1Ang	44,675	40,608	4,068	3,134	<b>0,002</b>
C1Nbe	5,035	5,151	- 0,117	- 0,933	0,351
C1RT	- 6,224	- 0,043	- 6,181	- 10,840	<b>&lt;0,0001</b>
C2Ang	44,863	45,049	- 0,186	- 0,173	0,862
C2Nbe	11,600	10,761	0,840	5,290	<b>&lt;0,0001</b>
C2RT	- 4,061	3,427	- 7,488	- 12,920	<b>&lt;0,0001</b>
Aplomb C7	- 28,471	35,118	- 63,589	- 15,026	<b>&lt;0,0001</b>



# Discussion

- Paramètre de forme (IP) identique.

Ce travail nous montre que la forme du bassin dans la population PC caractérisée par l'IP n'est pas différente de celle de la population témoin (46° vs 44,8°).

*Des courbures rachidiennes équilibrées sont des courbures corrélées à l'IP = plus l'IP est importante plus la lordose est importante et inversement.*

*Lorsque chez un patient PC, les courbures sagittales du rachis ne sont pas corrélées à l'IP, il faut comprendre qu'il s'agit alors d'une conséquence de la maladie ( compensation, spasticité, rétraction, manque de force, de sélectivité musculaire...).*



# Discussion

- Paramètre de forme (IP) identique.

Ce travail nous montre que la forme du bassin dans la population PC caractérisée par l'IP n'est pas différente de celle de la population témoin (46° vs 44,8°).

- Paramètres de position (VP, PS).

La VP est diminuée, avec un bassin qui vient se placer en moyenne à l'aplomb des hanches avec en corollaire, une PS augmentée par rapport à la population témoin. *Ce sont des anomalies secondaires à la maladie.*



# Discussion

- La population PC n'est pas spécifiquement différente de la population témoin, en ce qui concerne la forme et l'orientation du bassin.
- Durant la croissance, en particulier au niveau des membres inférieurs, le manque de force musculaire....associé aux troubles de commande neuro-motrice.... perturbe les paramètres pelviens.



# Discussion

- Le rachis lombaire est donc obligé de s'adapter en permanence aux valeurs de la VP et la PS.

## En conséquence:

- Envisager très tôt dans la PEC, la possible atteinte proximale ( longueur du Psoas-iliacus y compris dans les « true equinus »)





Corrélations entre l'analyse statique du rachis et la cinématique lors de la marche?  
Quelle est la corrélation entre la VP et la position du bassin observée à l'AQM?

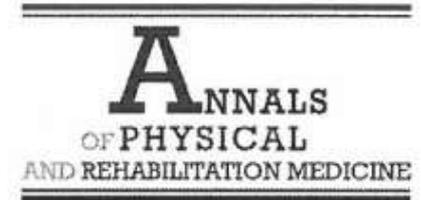


ELSEVIER  
MASSON



Available online at  
**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 57 (2014) 409–421

Original article / Article original

# Motor function levels and pelvic parameters in walking or ambulating children with cerebral palsy

*Niveaux fonctionnels et évaluation des paramètres pelviens chez l'enfant PC marchant ou déambulant*

J.-C. Bernard<sup>a,\*</sup>, J. Deceuninck<sup>a,c</sup>, S. Leroy-Coudeville<sup>a</sup>, E. Loustalet<sup>a</sup>, E. Morel<sup>a</sup>,  
A. Combey<sup>a</sup>, J. Sutton<sup>a</sup>, E. Berthonnaud<sup>b,c</sup>, E. Chaléat-Valayer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service de MPR pédiatrique, Croix-Rouge française, centre médico-chirurgical de réadaptation des massues, 92, rue Édmond-Locard, 69322 Lyon cedex 05, France

<sup>b</sup> Hôpital Nord Ouest, Villefranche-sur-Saône, France

<sup>c</sup> Laboratoire de physiologie de l'exercice, université de Lyon, Saint-Étienne, France

Received 13 February 2014; accepted 4 June 2014



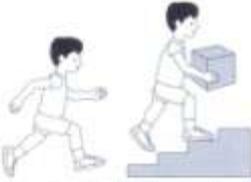
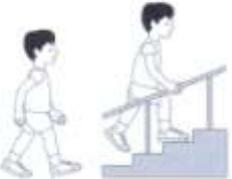
	<p><b>GMFCS Level I</b></p> <p>Children walk at home, school, outdoors and in the community. They can climb stairs without the use of a railing. Children perform gross motor skills such as running and jumping, but speed, balance and coordination are limited.</p>
	<p><b>GMFCS Level II</b></p> <p>Children walk in most settings and climb stairs holding onto a railing. They may experience difficulty walking long distances and balancing on uneven terrain, inclines, in crowded areas or confined spaces. Children may walk with physical assistance, a hand-held mobility device or use wheeled mobility over long distances. Children have only minimal ability to perform gross motor skills such as running and jumping.</p>
	<p><b>GMFCS Level III</b></p> <p>Children walk using a hand-held mobility device in most indoor settings. They may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. Children use wheeled mobility when traveling long distances and may self-propel for shorter distances.</p>
	<p><b>GMFCS Level IV</b></p> <p>Children use methods of mobility that require physical assistance or powered mobility in most settings. They may walk for short distances at home with physical assistance or use powered mobility or a body support walker when positioned. At school, outdoors and in the community children are transported in a manual wheelchair or use powered mobility.</p>
	<p><b>GMFCS Level V</b></p> <p>Children are transported in a manual wheelchair in all settings. Children are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements.</p>

Fig. 6.1.3 Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised, 6–12 years.

	<p><b>GMFCS Level I</b></p> <p>Youth walk at home, school, outdoors and in the community. Youth are able to climb curbs and stairs without physical assistance or a railing. They perform gross motor skills such as running and jumping but speed, balance and coordination are limited.</p>
	<p><b>GMFCS Level II</b></p> <p>Youth walk in most settings but environmental factors and personal choice influence mobility choices. At school or work they may require a hand held mobility device for safety and climb stairs holding onto a railing. Outdoors and in the community youth may use wheeled mobility when traveling long distances.</p>
	<p><b>GMFCS Level III</b></p> <p>Youth are capable of walking using a hand-held mobility device. Youth may climb stairs holding onto a railing with supervision or assistance. At school they may self-propel a manual wheelchair or use powered mobility. Outdoors and in the community youth are transported in a wheelchair or use powered mobility.</p>
	<p><b>GMFCS Level IV</b></p> <p>Youth use wheeled mobility in most settings. Physical assistance of 1-2 people is required for transfers. Indoors, youth may walk short distances with physical assistance, use wheeled mobility or a body support walker when positioned. They may operate a powered chair, otherwise are transported in a manual wheelchair.</p>
	<p><b>GMFCS Level V</b></p> <p>Youth are transported in a manual wheelchair in all settings. Youth are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements. Self-mobility is severely limited, even with the use of assistive technology.</p>

Fig. 6.1.4 Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised, 12–18 years.



# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## Résultats

Age et paramètres pelviens en fonction de la GMFCS (Moyenne, (Min-Max) et Ecart Type)

GMFCS	N=	Age	IP	VP	PS
1	41	11.3(4-18)4.3	40.6°(22.9-56.2)7.5	-1.6°(-22.0-19.9)8.8	42.3°(24.8-59.4)8.3
2	44	13.1(4-18)4.4	46.8°(10.2-67.7)11.6	-0.9°(-24.8-33.9)13.0	47.6°(27.3-68.0)11.0
3	15	12.6(5-18)3.2	45.9°(23.3-65.5)11.3	4.3°(-17.1-22.8)12.6	41.6°(18.4-57.2)11.1
4	14	12.9(6-17)3.9	45.9°(26.7-63.5)10.9	6.1°(-23.3-36.8)16.0	39.8°(14.5-66.8)14.5



# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## Résultats

Etude des corrélations entre la GMFCS et les paramètres pelviens (IP et VP) et rachidien (aplomb de C7).

	p value	r
GMFCS et IP	p=0.013	0.231
GMFCS et VP	p=0.021	0.216
GMFCS et HC7	p=0.490	0.066



# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## Discussion

- IP est corrélée à la GMFCS: la forme du bassin varie en fonction des capacités fonctionnelles du patient : plus le niveau fonctionnel de l'enfant est élevé (niveau 1 de la GMFCS), plus le bassin sera **étroit** (IP faible).
- Niveaux 2,3,4 de la GMFCS: le bassin aura tendance à **s'élargir** tout en restant dans la norme (IP aux alentours de 45°) sans que nous puissions départager les 3 niveaux concernés.

*L'IP est corrélée à la GMFCS, probablement sous l'influence de la pesanteur, de l'équilibre, de la croissance... de façon schématique, on peut s'accorder sur le rôle de la bipédie et de la marche (qui peut être représentée par une succession de chocs transmis par le vecteur force de réaction du sol en direction du bassin et du rachis) sur la croissance osseuse, en particulier celle du bassin.*



# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## Discussion

- Notre étude montre une différence significative entre l'IP du groupe 1 et les autres groupes.
- Pas de différence significative entre l'IP des 3 autres groupes. L'IP des GMFCS 2, 3 et 4 n'est pas statistiquement différente.

*L'IP du groupe 1 est en moyenne, relativement basse ( $40.6^\circ$ ) par rapport à la population asymptomatique ( $45,97^\circ$ ) et signifiquement plus basse par rapport à l'ensemble de la population PC ( $44,82^\circ$ ): il est possible que ce soit parce que le groupe GMFCS 1 est constitué de patients plutôt jeunes ( $11.3$  ans versus  $12.7$  ans pour les groupes 2,3,4). L'IP (paramètre de forme du bassin) ne serait pas encore totalement fixée et définitive puisque les études récentes montrent que celle-ci s'ajuste durant toute la période de croissance.*

Mac-Thiong J-M, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. Eur Spine J. 2007;16(2):227-34.

Mangione, P., Gomez, D., & Senegas, J. Study of the course of the incidence angle during growth. European Spine Journal 1997, 6(3), 163-167.



# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## Discussion

**Les paramètres positionnels s'ajustent en fonction de la GMFCS** : plus la GMFCS augmente (besoin d'aides techniques à la marche) et plus la VP augmente ( $p = 0.021$ ), ce qui traduit une rétroversion progressive du bassin.

Ce constat rejoint les conclusions de Rodda et Graham qui montrent à partir d'une analyse quantifiée de la marche, une tendance à la rétroversion pelvienne dans les cas de Crouch Gait et plutôt une antéversion dans le true equinus. Sur l'ensemble de notre population PC, la VP est inférieure ( $0,25^\circ$ ) à celle de la population asymptotique ( $7,14^\circ$ ).





IP faible



IP forte

# GMFCS et profil rachidien d'une population PC

## CONCLUSION

Pour la population PC nous devons tenir compte de l'ensemble des désordres neuro-moteurs qui accompagnent le profil rachidien du patient PC. Lorsque les courbures sus-jacentes ne sont pas corrélées à l'IP (quelle que soit son importance), nous pouvons affirmer qu'il s'agit de problèmes primaires, secondaires (désordres neuro-moteurs : rétractions tendino-musculaires ou déformations osseuses progressives) ou tertiaires (phénomènes compensatoires : hyperlordose lombaire ou accentuation de la gîte sagittale de C7) qui sont directement en lien avec la maladie neuro-motrice. La lésion cérébrale qui est fixée, à l'origine de la maladie PC, n'entraîne pas directement ces désordres rachidiens qui apparaissent en cours de croissance sous l'influence de la pesanteur : c'est ce que Gage appelle la maladie des bras de levier.

Nous devons les évaluer systématiquement dans nos bilans cliniques et paracliniques afin de les prendre à charge et de les traiter précocément.

Gage J. Gait analysis in cerebral palsy. London ;New York: Mac Keith Press - Cambridge University Press; 1991.



Merci pour votre attention

