

DOSSIER THEMATIQUE N°1

- Janvier 2010 -

Les débuts de la marche chez l'enfant, un processus d'une grande complexité

La station bipède et la marche sont des activités apparemment simples puisque nous les pratiquons sans réfléchir mais elles sont, en fait, extrêmement complexes quand on veut en comprendre les mécanismes.

L'analyse du début de la marche l'est encore davantage. A l'architecture osseuse et aux commandes neuromusculaires, il faut ajouter des systèmes de contrôle et de régulation bien souvent méconnus.

Les phénomènes de maturation neurologique et de croissance sont étalés dans le temps sans être synchrones, c'est à dire que la maturation neurologique est toujours en avance sur la maturation osseuse et sera achevée bien avant cette dernière.

La période du début de la marche se situe à un moment où la maturation des systèmes neurologiques n'est pas terminée et alors que les données morphométriques sont loin de leur achèvement.

L'enfant passe successivement de la position couchée à la position assise puis enfin à la position debout.

Ces différentes étapes nécessitent un contrôle des différents segments du corps l'un par rapport à l'autre puis par rapport à l'environnement extérieur.

Pour illustrer les problèmes posés par le début de la marche nous envisagerons trois aspects:

- Qu'est ce que la marche et que faut-il pour marcher ?
- Que connaît-on sur le début de la marche de l'enfant ?
- Les caractéristiques de la marche débutante ?

Qu'est ce que la marche et que faut-il pour marcher ?

QUELQUES DEFINITIONS...

Les définitions de la marche sont nombreuses ce qui laisse supposer que la définition précise est difficile à trouver. Globalement décrite comme une activité locomotrice, elle peut se concevoir comme la capacité de se déplacer debout, de façon autonome en réalisant un transfert du poids du corps à chaque appui unilatéral. La marche peut être définie comme l'action de se déplacer vers un but dans un plan antéropostérieur, par l'intermédiaire d'une succession d'appuis unipodaux et bipodaux .

Ces définitions insistent toutes sur la nécessité du maintien intermittent du poids de l'ensemble du corps sur une seule jambe au moment de la phase aérienne du pas.

A cet instant, le contrôle de l'équilibre est primordial. On admet que le mode de marche de type adulte est acquis vers l'âge de 4 ans.

Le petit enfant doit donc, pour arriver à marcher, déjà maîtriser la situation debout bipodale à l'arrêt et le contrôle postural de l'équilibre.

Puis, lors de la propulsion du corps vers l'avant, il doit apprendre à résoudre le problème de l'équilibre dynamique pour maintenir la marche autonome.

Si l'on admet que tous les candidats aux premiers pas n'ont pas tous le même morphotype des membres inférieurs, on comprend le large éventail des âges d'acquisition de la marche.

La marche est une fonction rythmique contrôlée par des réseaux pré-cablés responsables du cycle de marche. L'existence d'un générateur spinal de la marche chez l'homme a été proposée par certains auteurs mais la démonstration de sa réalité n'a pas encore été réalisée.

Le bébé doit s'adapter à son environnement

Il est nécessaire d'adapter la marche aux modifications morphologiques induites par la croissance et aux conditions environnantes.

La vision, le vestibule (dans l'oreille interne) et la proprioception (capteurs dans les tendons des muscles) permettent ces adaptations.

La principale ressource d'adaptation est la vision qui présente l'avantage de ne pas être affectée par les variations dues à la croissance.

Un équilibre indispensable

Qui dit marche dit équilibre. La science de l'équilibre est une branche de la mécanique. La définition mécanique de l'équilibre n'implique pas nécessairement l'immobilité. En station bipède, debout, à l'arrêt, l'homme est en équilibre.

Cette position d'équilibre n'est réalisée que si la verticale de son centre de gravité (ou centre de masse, ou centre d'inertie) passe à l'intérieur du polygone dont les segments sont formés par la réunion des points d'appui ; il s'agit du polygone de sustentation.

La posture peut être définie comme le maintien des positions des différents segments corporels les uns par rapport aux autres et par rapport aux axes de référence.

La station debout à l'arrêt suppose déjà une activité musculaire. On sait que le maintien de l'équilibre sera d'autant plus difficile que le polygone de sustentation est étroit et que le centre de gravité est haut.

Lorsque le sujet est debout, il exerce sur le sol une pression. On appelle centre de pression le point d'application de la résultante des forces de réaction verticale sur le support.

A l'arrêt, les régulations posturales sont sous l'influence d'informations sensorielles.

Une des plus importantes est la vision : lorsqu'un sujet est debout, immobile les yeux fermés, l'amplitude du déplacement de son centre de pression est plus important.

Les influences labyrinthiques et vestibulaires (oreille interne) sont également importantes et les expériences animales ont montré le rôle du tronc cérébral dans la régulation centrale de la posture.

Au cours de la marche il est tout aussi essentiel de régler la posture. Les ajustements posturaux sont de type particulier selon la chronologie de leur apparition par rapport au mouvement considéré :

- les préparations posturales ; elles sont en place avant le début du mouvement ;
- les accompagnements posturaux se déroulent pendant le mouvement et parfois légèrement avant. Ils sont d'origine centrale, donc très rapides, et ont tendance à minimiser les perturbations posturales dues au mouvement ;
- les réactions posturales sont déclenchées par les conséquences du mouvement.

Ces trois types coexistent dans les conditions naturelles et seule l'expérimentation permet de les isoler. Tous ces phénomènes posturaux contribuent à l'efficacité du mouvement qu'ils accompagnent.

Que sait-on sur le début de la marche de l'enfant ?

L'enfant stabilise d'abord sa tête dans l'espace, traduisant la maturation des systèmes labyrinthiques, vestibulaires et de la vision. Puis il acquiert la station assise, traduisant la rigidification du tronc et le contrôle de la stabilité du bloc tête-tronc-bassin, puis il va passer par une phase de marche à quatre pattes, non obligatoire, avant de se verticaliser, d'acquies la marche assistée puis autonome pour parvenir, en quatre ans, à un mode de marche adulte.

L'apparition de la marche bipède se situe entre 11 et 15 mois. La marche autonome du jeune débutant est différente dans ses caractéristiques de la marche de l'adulte.

Ces différences sont pour l'essentiel le résultat apparent d'un processus de maturation non encore terminé.

Il existerait une domination de la vision dans l'activation des réponses posturales non encore organisées chez les enfants testés en position assise ou debout mais n'ayant pas encore acquis la marche.

Rôle du contrôle visuel dans la marche : le fait de se déplacer de façon autonome élargit considérablement l'espace dont dispose l'enfant mais il doit en même temps apprendre à connaître et à gérer ce nouvel espace vital.

Cet espace locomoteur suppose :

- la distinction entre le mouvement des objets environnants et le mouvement de l'ensemble du champ induit par le déplacement de l'enfant ;
- le repérage du but et sa direction ;
- l'appréciation de sa distance ;
- la détection des obstacles.

Certains éléments de cet espace locomoteur ont été démontrés :

- orientation spatiale vers un but chez les enfants qui marchent à quatre pattes ;
- perception des surfaces : le jeune marcheur est capable d'établir une relation entre la surface du support et sa fonction locomotrice (je peux marcher dessus ou non) ;
- les enfants malvoyants ont un retard global dans l'apprentissage de la marche. S'ils n'ont pas de gêne au contrôle postural, ils ont par contre un équilibre dynamique difficile ;
- 50 % des enfants aveugles non entraînés à l'acquisition de la marche marchent à 24 mois ;
- Les enfants aveugles entraînés à la marche marchent en moyenne à 19,3 mois ;
- Les enfants aveugles marchent au début pas à pas : cette asymétrie de la marche illustre le rôle de fonction perceptive du premier pied.

Nous ignorons pourquoi un enfant veut marcher. Nous commençons toutefois à avoir des informations sur les stratégies d'apprentissage de la marche et sur le développement des stratégies sensori-motrices d'équilibre.

Les stratégies d'apprentissage de la marche

Apprendre à marcher serait apprendre le contrôle postural qui se ferait en deux étapes :

- Une première phase d'intégration de la posture et du mouvement durerait de 3 à 5 mois.
Cette phase serait marquée par une évolution rapide de certains paramètres quantitatifs de la marche (augmentation de la longueur du pas, diminution de l'écartement des pieds, augmentation de la fréquence du pas, augmentation de la vitesse, diminution de la durée relative du double appui.), ainsi que la valeur négative de l'accélération verticale en fin de phase d'appui qui traduit une chute dynamique du centre de gravité.
Cette phase traduirait une stratégie de chutes.

- La seconde phase serait une phase d'ajustement qui affinerait le contrôle de la marche et qui se terminerait vers l'âge de six ans avec l'apparition progressive d'une stratégie de propulsion de type adulte (contact initial en appui talonnier, apparition des phénomènes d'anticipation, positivation de l'accélération verticale en fin de phase d'appui) ; le résultat de la maîtrise du contrôle postural unipodal est la propulsion pendant la phase d'appui.

Le modèle de construction des stratégies d'équilibre reposerait sur l'existence d'un va et vient entre deux modes d'organisation du contrôle de l'équilibre ; ascendant ou descendant auquel seraient associés deux modes de fonctionnement des segments corporels en bloc ou articulés.

De la naissance à l'acquisition de la station debout, les différents segments du corps se verticalisent de façon céphalo-caudale. La tête est le point de départ de toute l'organisation posturale : le contrôle de l'équilibre locomoteur serait descendant et l'ensemble tête-tronc aurait un mode de fonctionnement articulé. La chute latérale se fait plus par roulade qu'effondrement.

Entre le début de la station debout bipède et l'âge de six ans, l'équilibre locomoteur s'organise de façon ascendante à partir d'un bassin stabilisé dans l'espace. L'ensemble tête-tronc fonctionne d'un seul bloc. Le contrôle postural serait, lui aussi, ascendant mais débiterait à partir des pieds avec un fonctionnement en bloc de l'ensemble des articulations de façon à minimiser le nombre de degrés de liberté à maîtriser simultanément.

La chute, au début de l'acquisition de la station debout, se fait d'un bloc, tête et tronc rigidifiés.

De sept ans à l'âge adulte le contrôle de l'équilibre serait descendant, l'ensemble tête tronc aurait alors un fonctionnement articulé, permettant la stabilisation de la tête sur l'espace.

Enfin, à l'âge adulte apparaîtrait, en plus, un contrôle sélectif des degrés de liberté du cou.

Les caractéristiques de la marche débutante

DE LA POSITION ASSISE A LA POSITION DEBOUT

Se tenir debout consiste par définition à s'éloigner du sol. L'enfant passe donc en général d'un système en flexion des membres inférieurs réalisant un large polygone de sustentation, donc stable, à un système en extension instable du fait de la réduction du polygone de sustentation. Les réactions d'ajustement postural sont au début grossières, traduites par de grandes oscillations, sources de chutes.

Pour soulever les fesses du sol, le procédé le plus fréquent est la mise d'une main au sol en avant élargissant le polygone de sustentation, suivi d'une poussée d'extension des jambes.

C'est la réduction du polygone de sustentation, par la verticalisation complète qui pose le plus de problème de stabilisation. On remarque que les enfants qui ont un morphotype des membres inférieurs en forte rotation externe ont plus de mal à se stabiliser dans le plan antéro-postérieur et, souvent, ils n'acquièrent la marche autonome que plus tard, vers 15 à 18 mois.

RESTER DEBOUT...

La stabilisation antéro-postérieure se réalise pour l'essentiel au niveau de la cheville. La flexion dorsale de cheville passe de 25° à 1 an à 15° à deux ans en moyenne ; on ne sait pas s'il s'agit d'une diminution de flexibilité du triceps ou d'un effet de croissance plus rapide du tibia que du muscle. La croissance du segment inférieur est très importante au début ; le segment inférieur représente 30 % de la station debout à la naissance et 40 % à l'âge de deux ans. La stabilisation se réalise par une succession de contractions alternées du triceps et du tibialis anterior. Ce système antagoniste est au début plus en faveur du triceps. Les contractions d'équilibration ne sont pas, au début, parfaitement adaptées, faisant déborder la projection du centre de gravité en dehors du polygone de sustentation, d'où les chutes.

SAVOIR METTRE UN PIED DEVANT L'AUTRE...

A l'arrêt, la répartition du poids est bipodale. Faire un pas en avant impose un transfert rapide d'abord de tout le poids du corps sur le membre en appui puis sur l'autre pied lors de la réception. Le retour à la station bipodale permet à nouveau un contrôle de l'équilibre. Ce transfert de poids n'est pas fluide lors des premiers pas et la marche est donc le plus souvent saccadée, avec un allongement du double appui qui permet à l'enfant de se stabiliser avant de repartir pour une nouvelle phase critique.

Pour assurer un déplacement de la projection du centre de gravité dans le polygone de sustentation l'enfant élargi ce polygone ; cela se traduit par un écart important entre les deux pieds, écart qui diminuera assez rapidement par la suite. Ce n'est que lors du contrôle de la course, vers 4 ans, que l'enfant aura un espace entre les deux points d'appui le plus étroit, traduisant un contrôle optimal de la stabilité unipodale.

Le contact initial lors du cycle de marche est, au début des essais de marche, en équin ou en pied plat alors qu'il sera, à la marche de type adulte, en contact talonnier.

Aussi, au moment du contact initial, le genou est-il en flexion alors qu'il devrait être en extension. La phase dite en réponse de charge, qui représente un amortissement de l'arrivée du poids du corps sur le sol n'existe donc pas, d'où cette impression de chute à chaque pas, « ébranlant » le reste du corps.

LES BRAS COMME BALANCIERS

L'enfant utilise ses bras, coudes fléchis à 90°, en rotation externe comme des balanciers stabilisateurs. En fin de phase aérienne, au moment où le pied effectue sa deuxième bascule en flexion plantaire, la flexion dorsale de départ est faible et le temps qui s'écoule jusqu'au décollement des orteils est plus long que normalement. L'énergie de propulsion générée à ce moment est donc moindre, obligeant l'enfant à faire des petits pas pour avancer.

Toutes ces contraintes mécaniques conditionnent les aspects quantitatifs de la marche débutante, par rapport à une marche de type adulte : augmentation progressive de la vitesse de déplacement, diminution du temps de double appui, augmentation de la longueur du pas.

On considère qu'il existe cinq paramètres caractérisant la marche normale :

- une stabilité pendant la phase d'appui.
- un libre passage du pied pendant la phase aérienne.
- un prépositionnement correct du pied en fin de phase aérienne.
- une longueur du pas correcte.
- une conservation de l'énergie.

Il apparaît donc que l'on ne puisse pas complètement qualifier de marche normale la phase initiale d'acquisition de la marche, traduisant par là la nécessité d'une phase de mise au point ou d'apprentissage de tous les réglages nécessaires.

Ce rapide survol des problèmes que le bébé, candidat à la marche débutante, doit surmonter et dont on ne connaît que quelques composantes sur le plan scientifique, force à être admiratifs devant tous ces processus que nous avons tous franchis sans le savoir.

D'après la publication de M JACQUEMIER, C ASSAIANTE**, E VIEWEGER*, S MESURE*, P CARRELET*, B CHABROL**, G BOLLINI*
* Service d'Orthopédie Pédiatrique Pr G BOLLINI CHU Timone Marseille
** Equipe « Enfant et habilités motrices CNRS Marseille*

Quelques conseils pratiques :

- Attendez le bon moment pour l'apprentissage de la marche (bon équilibre, se redresse seul, s'aide d'une main...);
- Evitez de trop lui lever les bras lorsque vous l'aidez à marcher ;
- Choisissez des chaussures adaptées aux premiers pas ;
- Laissez-le libre de ses mouvements (vêtements ni trop serrés, ni trop amples, environnement sécurisé et spacieux...);
- Préférez les objets roulants à pousser plutôt que le trotteur ou le youpala ;
- Réagissez avec calme s'il chute et encouragez-le à repartir.

Références

1. Brill B. Les débuts de la marche autonome chez l'enfant : Octobre 1992. La lettre du médecin rééducateur.p 16-18.
2. Sutherland DH, Olshen R, Biden E, Wyatt MP. The development of mature walking. Mac Keith Press. Philadelphia, JB Lippincott Co, 1988.
3. Remy-Neris O et coll Locomotion et générateur spinal de marche chez l'animal et l'homme. Activation pharmacologique. La marche humaine et sa pathologie, Pelissier J, Brun V Masson Paris 1994.
4. Belenkii VY, Gurfinkel VS, Paltsev YI. Elements of control of voluntary movements. Biophysics. 1967,12,154-161.
5. Gahery Y ; Equilibre et maintien de la posture. Motricité Cérébrale, 1993,14,89- 104.
6. Malina RM, Biosocial correlates of motor development during infancy and early childhood. in Greene LS, Johnstone FE : Social and biological predictors of nutritional status, physical growth, and neurological development. New York, Academic Press , 1980.
7. Woollacott MH, Posture and gait from newborn to elderly. In Posture and gait, ed Amblard B, Berthoz A, Clarac F. 1988 Excerpta Medica Amsterdam, New York, Oxford.
8. Regan D, Beverley KI. Binocular and monocular stimuli for motion in depth. Vision Res, 1979, 19,1331-1342.
9. Mellier D, Jouen F, Remarques à propos du déplacement chez le bébé aveugle. Psychol.Fr. 1986,31,43-47.
10. Norris M, Spaulding PJ, Brodie FH ; BLINDNESS IN CHILDREN ; CHICAGO ?il ; The University Chicago Press 1957.
11. Adelson E, Fraiberg S. Gross motor development in infants blind from birth. Child Develop. 1974,45,144-126.
12. Brill B, Breniere Y. Posture and gait in early childhood : learning to walk or learning dynamic equilibrium ? in Savelsberg G (Ed). Development of Coordination Amsterdam. Elsevier. 1992.
13. Assaiante C, Amblard B, An ontogenetic model of sensorimotor organization of balance control in humans. Human Movement Science ; 1995,114,13-43.
14. Gage JR. Gait analysis. In cerebral palsy ; Clinical Orthop. 288,126-134,1993.