



Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Motricité

ELSEVIER

et également disponible sur www.em-consulte.com

Autres pathologies cérébrales avec conséquences

Sens de la verticalité et Thérapie Manuelle Orthopédique Neurointégrée dans le cadre d'une kinésithérapie pédiatrique

upa.atco

Sense of verticality and Neurointegrated Orthopaedic Manual Therapy in pediatric physiotherapy

J.L. Safin ^{a b}

^a 19, avenue de Russie, 03700 Bellerive sur Allier, France
^b 54, Bd Berthelot, 63000 Clennont-Ferrand, France

INFOARTICLE

Historique de l'article :
Disponible sur Internet le 22 avril 2020

Mots clés :
Contrôle moteur
Imagerie mentale
Réalité augmentée
"Brain HackinX"
Thérapie manuelle neuro-intégrée

Keywords:
Motor control
Mental mapping
Increased Reality
Brain Hacking
Neurointegrated Manual Therapy

RÉSUMÉ

L'acquisition de la station debout et la régulation automatisée du maintien postural actif sont des prérequis à la réussite d'exécution du répertoire de tâches inhérent à la vie humaine active. La mise en place de ces fonctions, centralement initiées et périphériquement exécutées, suppose l'intégrité des éléments y participant. Toute altération, qui plus est aux périodes sensibles de la première partie de la vie remet en cause le bon déroulement de ces processus physiologiques. Elles doivent être détectées et réhabilitées le plus précocement possible.

© 2020 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

Acquisition of quiet standing and automated regulation of active postural maintenance are prerequisites for successful execution of all tasks in active human life. The implementation of these functions, centrally initiated and peripherally executed, presupposes the integrity of all elements participating involved. Any alteration, which is more relevant in the sensitive periods of the first part of life, jeopardizes the physiological running of these processes. They must be detected and rehabilitated as early as possible.

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Bien que sa survie impose de savoir organiser le transport d'un corps polyarticulé dans l'espace-temps et que la station debout est son attitude fondamentale, l'Homme reste un tardif qui ne naît pas vertical. Si ces dispositions lui confèrent nombre d'habiletés motrices,

elles lui imposent aussi de disposer du répertoire de coordinations motrices orientées qui garantissent l'automaticité.

l'efficacité et l'insouciance seyant au contrôle de ses multiples degrés de liberté articulaire, tant dans les tâches posturales que supra-posturales. Parce qu'il modifie la géométrie du corps, tout mouvement doit être compensé par un ajustement postural (1). À la naissance, les premières fonctions motrices assumées par des automatismes précâblés de bas niveau sont historiquement qualifiées de réflexes niais sont néanmoins adossées au protomodèle de droit devant référent inhérent à l'espèce. Ce statut réflexe est cependant discuté depuis les travaux

Safin/ Motricité

sur le modèle neurodéveloppemental de Piaget (13) puis par ceux de Gibson (41) sur le lien perception-action. C'est ainsi que le nouveau-né est progressivement apparu comme un être doué de compétences cognitives tournées vers les apprentissages sensoriels et moteurs (5,61). De souscortical, le bébé est devenu un être cortico-sous cortical, structurant ses réseaux neuronaux de manière active, par interaction psychophysique avec son environnement et satisfaisant de façon très immédiate au besoin d'agentivité. Tous les organismes vivants ayant nécessité de s'orienter par rapport à la gravité [71], ce couplage sentiment de soi-action-perception spatiale-action est à la base du développement des capacités perceptives et motrices indispensables aux interactions avec le monde extérieur [8-11] et à l'acquisition conjointe de la station verticale. Ces processus supposent la présence de moyens psychophysiologiques de reconnaissance du Soi et de l'espace et de procédures intégratives et opératives centrales nécessairement sensibles à l'activité autonome spontanée de chaque cerveau pensant, agissant et éprouvant. L'évolution des connaissances laisse clairement entendre que cette machinerie cognitive organisante est très précocement opérante et sollicitable. Des compétences intra-utérines proprioceptives et vestibulaires sont relevées dès les 25 et 26^e semaines de vie, tant par le biais des contacts répétés avec la paroi utérine, que par la maturation précoce de l'organe vestibulaire, en particulier otolithique (9,121). L'importance des premières données vestibulaires est telle qu'il n'y a pas de hasard à ce que l'oreille interne soit le seul récepteur sensoriel anatomiquement terminé à la 40^e semaine de vie et, qu'à la naissance, la présence de mouvements en « yeux de poupée » témoigne de l'existence de réponses vestibulo-oculaires compensatrices des mouvements de tête. Ces réponses adaptatives sont renforcées dès les premiers jours par les capacités attentionnelles de fixation oculaire et portent les prémices de la structuration de l'espace et des assemblages sensoriels et moteurs requis par le maintien postural actif en station verticale.

L'intégrité de ces processus psychophysiologiques périphériques et centraux concourt au relèvement de la tête avec positionnement horizontal des yeux obtenu en procubitus à deux mois et demi, au redressement du tronc en position assise à sept mois, puis à l'acquisition de la marche autonome en position debout [13-161]. Le bon

déroulement de cet agencement corporel et spatial, témoigne de la réussite du continuum d'installation du répertoire de coordinations sensorimotrices préférentielles, progressivement exercées, selon le besoin et le contexte, par des ajustements en ligne compatibles avec une activité en boucle fermée (OLPAS, CPAs/feedback/ latences positives (6.8.171), puis en boucle ouverte à partir de modèles internes prédictifs et prédictifs inverses de type bayésien [181] et par le biais d'ajustements posturaux anticipateurs des conséquences de l'action (ASAs, EPAs, APAs/feedback/latences négatives (19-221). Cette réussite suppose la consonance des divers éléments participants à des mécanismes transmodaux vicariants et hétéromodaux [22,231, évocateurs d'un continuum neurodéveloppemental pluridirectionnel, adaptatif et appris. Combiné à l'appétence du système nerveux central pour la

7

nouveauté et à son indisposition au rétropédalage, ce dernier peut par ailleurs interroger sur le bien fondé de rééducation par réintroduction des réflexes primitifs.

Toute altération anatomofonctionnelle, anténatale, néonatale ou postnatale précoce et à quelque endroit de cette circuiterie, biaise la mise en place de la fonction et des différentes mélodies fonctionnelles qui lui sont annexées. L'installation des schèmes corporels à partir du référencement égocentré de l'axe Z et de la fonction anti-gravitaire des postures assise puis érigée (1.9.12,131, est directement concernée. L'importance des troubles et leur expression sont non seulement corrélées à la nature de la pathologie, à sa période de survenue, à sa localisation et à son importance, mais plus malheureusement aussi au délai requis pour poser un diagnostic précis. Tout retard est préjudiciable aux processus de réorganisation neurofonctionnelle et physique, initiés par leur réhabilitation (121). Au plan psychophysiologique, la rééducation (l'une PC (241, celle d'un syndrome CHARGE 1251, celle d'un syndrome Usher de type 1 1261, ... ou encore celle d'une intolérance aux mouvements chez un enfant porteur d'un syndrome vestibulaire associé à une surdité profonde 127,281, présentent des points communs liés à la physiologie du contrôle postural. En effet, tous ces enfants souffrent, à leur façon, d'une même impossibilité sensorimotrice à orienter la tête sur le zéro gravitaire alors que cette acquisition est fondamentale dans la construction de l'agencement céphalocaudal des différents stades de développement du sens de la verticalité et du maintien postural actif 128-301. Néanmoins, la nature idiosyncrasique de ces mécanismes psychophysiologiques oblige à introduire une façon de faire adaptée à chaque enfant et exige une grande plasticité décisionnelle de la part des thérapeutes impliqués, tant pour ce qui concerne les exercices actifs que pour les outils utilisés. Il est essentiel d'avoir un raisonnement systémique pour imaginer et mettre en oeuvre des exercices surproduisant des flux sensorimoteurs pour solliciter le plus abondamment possible les capacités de neuroplasticité centrale et périphérique, malheureusement déficientes chez ces jeunes enfants. Après avoir veillé à ce que tétée puis alimentation soient faites tête en flexion et que des agencements passifs (couchage, portage) soit adoptés pour compenser les malpositions corporelles en extension liées à ces pathologies, les exercices de stimulation des mouvements spontanés type kicking sont introduits et complétés, aussi précocement que possible, par des provocations

sensorimotrices conduisant à des réponses actives, en position de ramper, avec stimulations des appuis fessiers et plantaires facilités et augmentés en station assise puis accroupie et redressée aidée; par manœuvres de déstabilisation posturale avec poussées dynamiques contraintes orientées et assistées dans ces différentes positions: par dispositifs de stimulation dynamique pluri et transsensorielle dérivés de la manipulation Barbu-Roth [11]; par l'introduction de tâches structurantes orientées inspirées des situations de révélation des compétences cognitives précoces du nouveau-né sain telles qu'elles ont été rapportées dans les films du Dr Grenier sur la motricité libérée, etc. Tout doit être fait pour éveiller et augmenter les représentations mentales qui sont annexées aux sensations et perception de soi dans l'espace dès les premiers mois de

la vie extra-utérine [9,12,29,30]. Le but est d'arriver à générer autant d'ajustements posturaux réactifs que possible et de les transformer par répétition et apprentissages. en autant d'ajustements anticipés porteurs habiletés motrices. Introduits au fil du temps et de difficulté croissante, ces exercices doivent être utilisés avec la façon intensive qui convient à la réhabilitation de ces pathologies. Il s'agit en effet de créer la plus large source des affordances nécessaires à l'extraction d'invariants directionnels et à la création de modèles neuraux de substitution. pour combler les insuffisances anatomofonctionnelles centrales et périphériques liées à la médécouverte extra-utérine du corps et de la gravité de ces pathologies [8,16,17,29,30]. Au plan musculosquelettique, la création de flux proprioceptifs entrants doit avoir pour effet de combattre le manque de force des effecteurs toniques et phasiques axiaux qui sont normalement associés à la mise en place des ajustements posturaux réactifs et anticipés, physiologiquement présents chez les bébés non marcheurs sains [32]. Au plan central et dans le cadre de processus perception-action, ces flux augmentés ont aussi pour vocation de combler le retard d'installation du schéma corporel et du répertoire d'ajustements proactifs nécessaires à la stabilisation active du bassin dans l'acquisition de la marche autonome [33-35]. Nous leur associons également des stimulations segmentaires par l'application de points ressorts [36] ou de vibrations (70 Hz, mm d'amplitude) [37-39] sur les tendons des muscles périarticulaires de la cheville et de la sole plantaire, habituellement utilisés dans les stratégies posturales [40,41,42] associées au comportement en pendule inversé [43]. Puisque le système nerveux central utilise les ressources sensorielles et motrices à sa disposition en fonction des besoins du système et du contexte, nous utilisons à chaque fois et dès que possible ces techniques de stimulation périphériques et centrales, dans un contexte de réalité augmentée par la position accroupie et redressée en charge naturelle, puis en hypergravité avec des poussées verticales vers le sol, avant d'étendre ces manœuvres aux tendons des muscles périarticulaires des deux membres inférieurs [44,45]. Par contrainte ou suppléance, la rééducation des enfants porteurs de

ces atteintes se fait dans le cadre d'un exercice ouvert, par application de la physiologie.

Compte tenu de la dépendance des processus de compensation centrale et de neurogenèse à l'abondance des stimuli issus de l'action, il serait bon qu'organisation du système de Santé et nomenclature prennent en compte la nécessité d'effectuer précocement des séances biquotidiennes de kinésithérapie pédiatrique et le temps d'éducation thérapeutique de parents qui souffrent généralement autant que leur enfant et doivent être rendus coacteurs du soin, dans une trilogie enfant-rééducateur-parents. Dans les huit premiers mois, le dialogue psychophysiologique entre l'enfant et des parents, gagne à être facilité par le portage à l'africaine. Ces pathologies sont difficiles à vivre, mais il est néanmoins heureux de constater que des enfants, même fort handicapés, arrivent in fine à trouver la sécurité motrice qui leur permet de marcher en dépit de tout ou presque, en témoignant avec bonheur des ressources du corps humain.

Déclaration de liens d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Thomas A, de Ajuriaguerra J. L'axe corporel, musculature et innervation: étude anatomique. In: physiologique et pathologique. Paris: Masson ed: 1948.
- [2] Magnus R. Some results of studies in the physiology of posture. *Lancet* 1926;211:531-6, 585-588.
- [3] Piaget J. la naissance de l'intelligence chez l'enfant. Neuchâtel et Paris: Delachaux et Niestlé: 1936.
- [4] Gibson EJ, Walk RD. The visual Cliff. *Scientific American* 1960;202:64-71.
- [5] Fantz RL The origin of form perception. *Scientific American* 1961;204:66-72.
- [6] Hultborn H. Spinal reflexes, mechanisms and concepts: From Eccles to Lundberg and beyond, *Progress in Neurobiology* 2006;78:215-32.
- [7] Berthoz R Le sens du mouvement O. Jacob Paris: Berthoz A & Viaud. Delmon I Multisensory integration in spatial orientation. *Current Opinion in Neurobiology* 1999;9:708-12.
- [8] Gibson J. (1966) The sense considered as perceptual system", Boston. Houghton Mifflin; Gibson JJ (1979): The ecological approach to visual perception. Boston. Houghton Mifflin 1979.
- [9] Bullinger A. Vision posture et mouvement chez le bébé: Approche développementale et clinique.-. In: Jouen F, Henocq A. editors. Du nouveau né au nourrisson: Recherche fondamentale et pédiatrie (47-63). Paris: PUF: 1991.
- [10] Stoffregen TA, Schmuckler MA, Giso E]. Use of central and peripheral optical flow in stance and locomotion in young walkers. *Perception* 1987; 13-9.
- [11] Barbu-Roth M, Anderson DI, Desprès A, Provasi J, Cabrol D, Campos J. Neonatal Stepping in Relation to Terrestrial Optic Flow. *Child Development* 1991;62:14.
- [12] Vasseur R, Delion P. Périodes sensibles dans le développement psychomoteur de l'enfant de 3 à 10 mois 1001 bébés. *Ercs* ed: 2010. p. 149-63.
- [13] Barra J, Marquer A, Joassin R, Reymond C, Metge L, Chauvineau V, et al. Humans use internal models to construct and update a sense of verticality. *Brain* 2010; 133:3552-63.

- 1141 Paillard J. a l.cs déterminants moteurs de l'organisation de l'espace
 •Chaires de psychologie 1971;**14(4):261**
- [1.51 Paillard J. (Tonus, posture et mouvement). ChKayscr-Physiologie
 ome2;**521-728**. Flammarion. Paris.
- 1 161 Paillard J. «Le corps situé et le corps identifié. Une approche psychophysiologique de la notion de schéma corporel'. Rev Med Suisse omandel1980', 100:129-41.
- 1 171 Bardy BG. Marin L. Pour une approche fonctionnelle des coordinations posturales (For a functional approach to postural coordinationl. In: Lacour M, editor. Posture et équilibre: Pathologies. vieillissement.stratégies. modélisation. Montpellier: Sauramps Medical: 1997. p. 139-54.
- 1 18] Wolpert DM. Kawato M. "Multiple pairedforward and inverse models for motor control". Neural Networks 1998: 1 1: 1317-29.
- 1 191 Bernstein N. The coordination and regulation of movements. London: Pergamon Press; 1967.
- 1201 Helenkil VE. Curfinkel VS. Paltsev EI. "On elcment control of voluntary movcmnts". Biofizica 1967: 12: 135-41.
- 121 l Bouisset S. Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated With voluntary movement'. J Biomech 1987;20:737-42.
- 1221 Lacour M. • Physiologie de rééquilibrer: des modèles génétiques aux conceptions cognitivistes Encycl Méd -Chir Podol 2013:72.
- 1231 Ohlinann T. Luyat M. La posture référencée et la posture source de références. Err. lAcour M. editor. Nouveautés. conceptuelles. instrumentales et cliniques.. Marseille: Solal: 2001,
- 1241 Vasseur R. « diplégie spastique: dépistage précoce et prévention. Un modèle pour Vétude du développement précoce et ses troubles • Devenir 20œ:21 :245-64.
- 1251 Abadie V. Wiener-Vacher S. Morisscau-Durand M. Manach Y. Vestibular anomalies in CHARGE syndrome: Investigations on and consequences for postural development. European Journal of Pediatrics 2000;**159(8):569-74**.
- 1261 Caldini S, Tisne M. Wiener-Vacher S. Postural Instability in Subjects With Usher Syndrome. Frontiers in Neurology 2019.
 Safin/ Motricité(6
- 1271 Wiener-Vacher S. l.cdebt A. Bril B. •The role of vestibular information in the process of learning to walk". Infant Behavior and Development**1996;19:33**.
- 1281 Bucci MP. Wiener-Vacher S. Trousson C. Baud O. Biran V. Subjective Visual Vertical and Postural Capability in Children Born Prematurely. PLoS ONE 2015;**10(3):e0**
- 1291 Assaiante Ch. Amblard B. eAnontogenic model for the sensotymotor organization of balance control in humans•. Human Mov Science 1995: 14:13-43.
- 1301 Bliimle A. Maurer C. Schweigart G. Mergner T. A cognitive intersensory interaction mechanism in human postural control. Exp Brain Res 2006: 173:357-63.
- (31) Hinnekens F. Teulier C. Babylab Port-Royal Paris: Développement de la marche d u tout • petit. faut il intervenir?. Grenoble: Journée AKPI: 2020.
- (32) Van der Fits I. Otten E. Klip A. van cykern L Hadders-Algra M. the development of postural adjustments during reaching in 6 to 1 _ month-old infants. Evidence for two transitions. Experimental Brain Research 1999: 126:517-28.
- (331 Jover M, Schmitz C. Centelles L. Bosdure E. Chabrol B. Assaiante C. Déficit moteur en pathologies développementales: ajustement postural anticipé. In Entretiens de Psychomotricité. Paris: Expansion Scientifique Française: 2005. p. 109-13.
- 1341 Assaiante C. Amblard B. An ontogenetic model for the sensori motor organization of balance control in humans. Ilum Mov Sci 1995: 14: 13-43.
- 1351 Assaiante C. Thomachot B. Aurenty R. Amblard B. Organization of lateral balance control in toddlers during the first year of autonomous walking'. Journal of Motor Behavior 1998;3(2): 1 14-29.
- 1371 Lackner JR. Levine MS. Changes in apparent body orientation and sensory localization induced by vibration of postural muscles: vibration myesthetic illusions. Aviat Space Environ Med
1979;50(4):346-54.
- 1381 Roll JP. VedelJP. Kinaesthetic role of muscle afferents in Inan studied by tendon vibration and microneurography. Exp Brain res
1982;47:177-90.
- 1391 Wierzbicka MM. Gilhodes JC. Roll JP:. •Vibration-induced postural post.cffect•. J Neurophysiol 1999:143-4.
- 1401 Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. Experimental Brain Research
1977;30:13-24.
- 141 1 Nashner I-M. McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. Behavioral and brain sciences **1985;8(01): i 35-50**.
- 1421 Winter DA Human balance and posture control during standing and walking. Gait and Posture**1995;3:**
- 1431 Winter DA. Prince F. Franck JS. Powel C. Zabjek KF. Unified theory regarding AIP and MIL balance in quiet standing. J Neurophysiol
1996;75:2334-43.
- 1441 Safin JL In: Weber B. Villeneuve P. editors. Orthopraxie et clinique posturale in Pied. Equilibre et Mouvement. Masson: 2000. p. 81-92.
- (451 Safin JL. editor. Illusions et manipulations manuelles du canal somatosensoriel in Pied. équilibre et traitements posturaux Weber B. Villeneuve Ph. Paris: Masson: 2003. p. 133-9.
- 1361 Bourdiol RJ. Médecine manuelle et ceinture scapulaire Tome I. Maisonneuve ed: 1972.