


ELSEVIER
MASSONDisponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.comElsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.comANNALS
OF PHYSICAL
AND REHABILITATION MEDICINE

Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 53 (2010) 51–59

Update article/Mise au point

Orthotic devices and gait in polio patients

*Appareillage et marche du patient poliomyélitique*F. Genêt^{a,*}, A. Schnitzler^a, S. Mathieu^a, K. Autret^a, L. Théfenne^b, O. Dizien^a, A. Maldjian^c^a Service de médecine physique et de réadaptation, groupe hospitalier Raymond-Poincaré, hôpital maritime de Berck,
104, boulevard Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France^b Service de médecine physique et de réadaptation, hôpital d'instruction des armées Laveran, 38, allée Roger-Blanc, 13013 Marseille, France^c Service de médecine physique et de réadaptation, centre hospitalier du Vexin, site d'Aincourt, 38, rue Carnot, 95420 Magny-en-Vexin, France

Received 8 June 2009; accepted 22 September 2009

Abstract

Polio survivors are aging and facing multiple pathologies. With age, walking becomes more difficult, partly due to locomotor deficits but also as a result of weight gain, osteoarticular degeneration, pain, cardiorespiratory problems or even post polio syndrome (PPS). These additional complications increase the risk of falls in this population where the risk of fractures is already quite high. The key joint is the knee. The muscles stabilizing this joint are often weak and patients develop compensatory gait strategies, which could be harmful to the locomotor system at medium or long term. Classically, knee recurvatum is used to lock the knee during weight bearing; however, if it exceeds 10°, the knee becomes unstable and walking is unsafe. Thus, regular medical monitoring is necessary. Orthoses play an important role in the therapeutic care of polio survivors. The aim is usually to secure the knee, preventing excessive recurvatum while respecting the patient's own gait. Orthoses must be light and pressure-free if they are to be tolerated and therefore effective. Other joints present fewer problems and orthoses are rarely indicated just for them. The main issue lies in the prior evaluation of treatments' impact. Some deformities may be helpful for the patients' gait and, therefore, corrections may worsen their gait, especially if a realignment of segments is attempted. It is therefore essential to carefully pre-assess any change brought to the orthoses as well as proper indications for corrective surgery. In addition, it is essential for the patient to be monitored by a specialized team.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Poliomyelitis; Gait; Orthotic devices; Orthosis**Résumé**

La population des patients poliomyélitiques est vieillissante et polypathologique. La marche est rendue difficile par le déficit moteur induit par la maladie mais aussi la prise de poids, la dégénérescence ostéoarticulaire avec les douleurs induites, les complications cardiorespiratoires, voire le syndrome post-polio. Ces troubles de la marche sont pourvoyeurs de chutes dans une population dont le risque fracturaire est important. L'articulation clé est celle du genou. Souvent déficitaires, les muscles stabilisateurs de genou sont compensés par des stratégies de marches qui peuvent à moyen ou long terme être délétère pour l'appareil locomoteur. Le recurvatum de genou permet classiquement de verrouiller le genou lors du pas portant. S'il s'aggrave et dépasse 10°, il devient instable et ne permet plus des déplacements en sécurité. Il nécessite donc une surveillance clinique régulière. L'appareillage est le pivot de la prise en charge du patient poliomyélitique. Il s'attachera souvent à sécuriser le genou, prévenir un recurvatum excessif tout en s'inscrivant dans le schéma de marche habituel du patient. Il doit être léger sans zone d'hyper-appui pour être toléré et donc efficace. Les autres articulations sont moins problématiques et l'appareillage est rarement indiqué uniquement pour ces articulations. La difficulté réside dans l'évaluation, a priori, des retentissements du traitement proposé. Certaines déformations sont aidantes et certaines corrections envisagées, notamment celles voulant se rapprocher de la normalité anatomique, sont délétères. Toute modification d'appareillage et toute chirurgie correctrice des membres inférieurs doit être évaluée avec soins. Cette prise en charge doit être réalisée par des équipes spécialisées.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Poliomyélite ; Marche ; Appareillage ; Orthèse

* Corresponding author.

E-mail address: francois.genet@rpc.aphp.fr (F. Genêt).

1. English version

1.1. Introduction

Gait in patients with polio sequelae can vary according to the pathological lesions, the age of onset of the initial acute attack (psychomotor development and growth) but also the age of the patient at the time of the consultation. In fact, in France, we are following a cohort of “aging” polio survivors since this pathology was eradicated at the beginning of the sixties. Nowadays, we estimate that there are 55,000 polio survivors in France [1]. Besides, the locomotor deficit and bone deformities, we also see degenerative osteoarticular lesions of the lower limbs but also on the upper limbs promoted by the use of technical aids (crutches, canes, manual wheelchair...). This generation of patient often suffers from significant weight gain (quite detrimental to functional gait prognosis), decrease in physical activity and thus underused muscles with sometimes cardiovascular risks [5] and/or sleep apnea syndrome or even a real diagnosis of post-polio syndrome (PPS) [7].

Patients develop some compensation techniques that are a real “analytical and functional paradox” leading to respecting deformations or bad postures that would seem harmful to the patient. Commonly, this becomes complicated especially when in their childhood patients had surgeries on various limbs: arthrodesis, osteotomy, muscle transfers... or a history of falls [4].

Another particular characteristic for the therapeutic care of these patients’ gait is to make sure that there is no sensitive nerve affection. This guarantees the lack of skin lesions in case of excessive weight bearing (on the floor or in an orthotic device) but adds to the difficulty of designing a comfortable device perfectly fitted to the patient while keeping the mechanical properties of this orthosis.

Alongside maintaining or improving the gait’s prognosis, the therapeutic strategy focuses on preventing falls and fractures. The risk of falling is related to the paralysis and the improper use of the limb. The basic principle is to respect the functional axis (for example by keeping or sometimes creating a knee recurvatum), prohibit the joint areas that promote falls such as knee flexion deformity. The risk of fractures is quite high in polio survivors. It is probably caused by the risk of falls (muscular command disorders) and bone fragility (decreased muscle tone of the affected segments, less loading on the affected limb, decreased physical activities, age...). This risk of fracture seems higher in these patients than in the general population [9]. For poliomyelitis, it seems to affect principally the limbs rather than the spine, the upper extremity of the humerus and the lower extremity of the femur (with patella fractures). This risk of falls can be an indication to modify an orthotic device or even prescribe a new one.

1.2. Biomechanical and kinesiological issues

1.2.1. A “key” joint for the lower limb: the knee [8]

Poliomyelitis mainly affects the knee, the triceps is more affected than the knee flexors and an isolated affection of the

quadriceps is rare. It is essential to control this joint for weight bearing and gait but the knee is also the source of disorders because of the great lever arms used for resistance and the weaker lever arms for motor movements. This joint is mainly controlled by the muscles used for standing upright, the quadriceps, and a good orthopedic prognosis requires maintaining proper joint range of motion (ROM).

The first problem is often to comprehend how patients can lock their knee with a deficit in extensor muscles of this joint mainly weak quadriceps? In case of partial or complete paralysis of the quadriceps, loading on the lower limb is still possible if the gravity line is in front of the knee’s axis, if the capsular and tendinous structures of the knees are resistant enough and finally if the triceps or gluteus maximus muscles are adequate. Gait on a flat surface is possible because the gluteus maximus and triceps muscles compensate the quadriceps deficit only if there is a complete passive knee extension, with a slight recurvatum. The quadriceps deficit becomes a problem when going down the stairs or walking on an uneven surface. When the gluteus maximus is weak the patient must pull backwards the thigh’s axis by pushing it back with the hand or by operating a sudden extension movement of the trunk. When the triceps muscle is also weak, knee stability is bad with a risk of collapsing when the knee is in flexion. A moderate equinus deformity (10° to 20°) allows for a dynamic stability of the knee thanks to the recurvatum triggered by the tibia when the foot is flat on the floor (Fig. 1). If the triceps is paralyzed, the knee stabilization is quite difficult even with adequate



Fig. 1. Useful equinus deformity allowing stability of the knee. Heel contact lock the knee in extension.

quadriceps. If paralysis affects several groups of muscles, knee stabilization can be reached by several compensations: complete passive extension of the knee (recurvatum); complete external rotation of the weight-bearing limb; putting the gravity line in front of the knee's axis (Ducroquet gait pattern); stabilizing the knee in extension or in recurvatum thanks to a thigh extension triggered by the gluteus maximum muscle (associated or not to Ducroquet gait pattern); knee recurvatum triggered by foot equinus flat on the floor propelling the leg's axis backwards (Fig. 2); applying manual pressure to the thigh thus locking the thigh in extension with each step (Fig. 3). These compensations are no longer possible in case of hip or knee flexion contractures, deficit of the gluteus maximum muscle and varus heel. In fact, varus heel causes excessive pressure and promotes the closing of the tibia-heel angle forward and aggravating the instability when flexing the knee.

The second problem is evaluating the long-term efficacy and impact of orthopedic changes on the knee. Knee recurvatum must be respected up to 10° and if the posterior capsular elements are resistant. Beyond 10° at 15° , knee recurvatum can get worse, become painful and create a functional shortening triggering a limp. When the posterior capsular elements are inadequate with deficient hamstrings and triceps surae, the distention of the posterior planes (progressing quickly in case of obesity) can cause a flaccid knee (Fig. 4). Passive recurvatum by posterior knee structure extension, highlighted during open-chain exercise, is seen in cases of complete paralysis of the lower limbs and promoted by a fixed equinus deformity of the foot and certain compensation techniques used during gait (manual loading on the thigh). When the hamstring and triceps are functional, associated or not to an equinus deformity, and the quadriceps are deficient, the knee is pulled backward at each



Fig. 2. Knee recurvatum triggered by foot equinus.



Fig. 3. Locking the knee by anterior manual pressure.

step, but the posterior planes are protected by the muscles and can better tolerate the constraints of this recurvatum.

1.2.2. The other joints: foot and ankle

These joints are less problematic. For the feet the deformities triggered by paralysis and imbalances generally result from the combination of several basic deformities, direct cavus foot (*pes cavus*), equinus varus foot deformity, valgus foot deformity (*pes valgus*), talipes calcaneus foot deformity, *pes cavus* (Fig. 5), flat foot, flaccid foot and unstable foot. Upon loading the foot is often in varus position, more rarely in valgus and becomes progressively painful.

It is essential to monitor the varus deformity because it is the only way to preserve the talocrural joint (arthritis) especially if a subtalar joint and/or Chopart arthrodesis has been performed. These foot deformities are responsible for the impacts on the upper joints (knee equinus and recurvatum, knee talus and instability in flexion...) making it necessary to integrate these elements in the considering the functional disorders and their treatments.

1.2.3. Other joints: the hip

In practice this joint creates less disorders. We should note that an insufficient gluteus medius could lead to classic limps like Duchenne's limp or swinging the shoulder on the weight-



Fig. 4. Knee recurvatum induced by an equinus deformity.



Fig. 6. Insufficient gluteus medius, swing of the shoulder on the weight bearing side.

bearing side (Fig. 6). An unequal length of the lower limbs (or hypoplasia) and spinal deformities (kyphosis-scoliosis) can also have an impact on the pelvis equilibrium on a sagittal and frontal plane inducing also several types of bone or joint-related limps.



Fig. 5. *Pes cavus*.

1.3. Therapeutic strategies

1.3.1. Patient-acquired limps, global gait patterns and instability risks

There are several gait patterns in polio patients. The classic ones that are reported are shoulder swing limp pattern, Duchenne's gait pattern, locked knee, walking with the hand on the thigh to lock the knee, isolated knee recurvatum, 4-step and pendulum gait patterns. . . All these types of gait patterns vary according to individual cases and intensity of the impairments, the use or not of technical aids (canes, orthoses. . .), patient's morphology and his or her cardiorespiratory capacities during exercise.

The joint compensation strategies and gait patterns can be harmful in the long term. The strategies used over time often enable patients to make the most of their residual capacities to acquire a standing up posture and gait, often over long periods of time. However, these coping strategies can induce degenerative lesions that can become problematic to maintain a proper gait as years go by. For example, stabilizing the hip and knee by a great lateral hip lean and internal femoral rotation allow for locking the knee in an external rotation, the risk is the onset of knee dislocation in external rotation leading to unbearable arthritis.

1.3.2. Surgical solutions [4,8]

Several patients benefited from orthopedic surgery in their childhood and teenage years, mainly on the lower limbs (lengthening of the femur, osteotomy for knee recurvatum



Fig. 7. Osteotomy for knee recurvatum.



Fig. 8. Knee-ankle-foot orthosis with Hoffa lock.

(Fig. 7), femoral anteversion, arthrodesis, double even triple arthrodesis of the ankle, foot, tenotomy. . .). Some patients also benefited from spine surgery, mainly to control a paralytic scoliosis. For polio survivors with sequelae, some indications can be recommended. However spine surgery is limited by aging muscles and tendons, osteoarticular state (arthritic degeneration, osteoporosis. . .) and by the patients' general state (deterioration of respiratory capacities). The indications are functional ones and aim to improve gait and potential orthotic fitting, to relieve pain or avoid the aggravation of pre-existing scoliosis. The risks with these types of surgery are not negligible and experienced teams must deliver the indications. Corrective surgery can disrupt an equilibrium that was quite hard to obtain. Anatomical normality must never be a priority and the aim should be to keep the functional ability.

1.3.3. Orthotic devices

It is often during these late-setting evolutions that change in orthotics are suggested or even the prescription of a new orthotic device. Orthoses and technical aids are very useful in case of pain, joint deformities and gait disorders [12,11]. A moderate knee recurvatum is thus efficient to stabilize the paralytic knee, but it tends to get worse over time especially for passive recurvatum. A deteriorating recurvatum requires a protection with an orthotic device (foot-ankle orthosis articulated around the knee with an anti-recurvatum stop) limiting the recurvatum and preventing its aggravation. The orthosis must respect some degrees of recurvatum to allow for knee stabilization and avoiding its collapse. Triceps retraction is quite common and it is important to maintain a moderate equinus foot deformity enabling the necessary recurvatum, a more important equinus deformity might be required if the knee

extension is incomplete. Achilles tendon lengthening correcting the equinus foot deformity can in some cases decrease the recurvatum and make the gait more difficult. The progressive aggravation of harmful knee postures (recurvatum or valgum), muscular deficits that can sometimes be quite severe and capsular-ligament laxity can cause a flaccid knee badly tolerated in adults. In that case, the best therapeutic solution is an orthotic device: articulated knee-ankle-foot orthosis with lock (Fig. 8). Wearing the latter can be an issue during the swing phase of the gait, because it is necessary to find a compromise with the uneven length of the lower limb and allow for a secure stepping phase. Knee arthrodesis must be avoided.

For the ankle and foot, the main indications are for risers or orthopedic shoes in order to gain foot stability. Sometimes an orthopedic shoe to compensate for the uneven length of the limb is recommended (Fig. 9).

Bringing changes to already worn orthotics with new materials (carbon for example), for articulation, axis or loading, is not always welcomed by polio patients used to the comfort of their previous orthoses [10]. The lack of sensitive disorders for this pathology plays an important role in this situation. Furthermore, even if it has been proved that wearing an orthosis can improve gait capacities [12,2,6], even in case of PPS [7], the indication for a new orthosis for patients who never wore one (or refused to) might not be very well accepted. It requires a lengthy discussion with the patient during which the physician will go through the potential risks without an assistive device while listening to the patient's wishes [10]. Acquiring technical aids is usually proposed as a first option. Often the patient has trouble accepting these aids, especially for a person who always refused to show his or her disability. Furthermore, technical aids can displace the problem to the upper limbs suffering from



Fig. 9. Orthopedic shoe to compensate for the uneven length.

degenerative lesions linked to their excessive solicitation over long periods of time for gait assistance, transfers. . .

The role of the Physical Medicine and Rehabilitation physician will be to find medical solutions but also orthotic and surgical ones that could specifically improve the symptoms while keeping the gait abilities as long as possible according to the patients' wishes. Designing a maladjusted orthosis can be detrimental to the patient's gait. For example, complete orthoses of the lower limbs with a pelvic element articulated at the hip are hardly ever manufactured anymore. Their heavy weight and the disproportionate energy consumption required induced some major constraints and finally a poor tolerance.

The basic principles to abide by for prescribing orthotic devices are mainly to keep the gait pattern, greatly simplify the loading and counter-loading (no ischiatic or patellar loading if not absolutely necessary), respect the joint axis of the patient's limbs, make sure the orthosis is as lightweight as possible, look for optimal comfort and aim for a better design in order to move away from the classic orthopedic picture, acute reminder of the "disability" era. The indication for a manual or electric wheelchair seems sometimes unavoidable, mainly for daily management of fatigue, pain (especially in the upper limbs) or weakness of the lower limbs while remembering that muscular deconditioning is one of the worst enemy for keeping muscular tonicity and autonomy [3]. The patient's life project should also be an intricate part of the prescription thinking process, mainly for family life, keeping up with a specific work or sport.

1.4. Conclusion

Prescribing gait orthotics for polio patients is a common problem with multiple constraints for a very heterogeneous

population. In France, it is mostly designed for adult patients, often over the age of 50 presenting degenerative complications. While keeping up with global body equilibrium, the main areas of interest are the knee and mainly the loading phase of the gait cycle. Orthotic devices and their evolutions are part of the therapeutic tools for patients with PPS. In consequences, specialized teams must conduct evaluation and therapeutic care.

2. Version française

2.1. Introduction et objectifs

La marche du patient atteint de séquelles de la poliomyélite présente de nombreuses variantes en fonction de la topographie des atteintes, de l'âge de survenue de l'infection (développement psychomoteur et statur pondéral) mais également de l'âge du patient lors de la consultation. En effet, nous suivons, en France, une cohorte de patients « vieillissants » du fait de l'éradication de la pathologie dans le début des années 1960. L'estimation actuelle serait de 55 000 patients séquellaires vivant en France [1]. Se mêlent donc aux déficits de la commande musculaire et aux déformations osseuses, les lésions ostéoarticulaires dégénératives des articulations des membres inférieurs mais également supérieurs favorisées par l'utilisation d'aides techniques (cannes béquilles, fauteuil roulant manuel. . .). Cette génération de patients souffre souvent d'une prise du poids (très préjudiciable au pronostic fonctionnel de marche), d'une désadaptation à l'effort avec parfois des risques cardiaques [5] et/ou d'un syndrome d'apnée du sommeil quand il ne s'agit pas d'un véritable syndrome post-polio [7].

Le développement de compensations révélant un véritable « paradoxe analytique et fonctionnel » oblige parfois à respecter des déformations ou des attitudes vicieuses a priori. Cela se complique fréquemment lorsque le patient a bénéficié antérieurement et notamment pendant son enfance de chirurgie des membres variée : arthrodèses, ostéotomies, transferts musculaires. . . ou des antécédents de fractures [4].

Une autre particularité pour la prise en charge de la marche de ces patients est qu'il n'y a pas d'atteinte sensitive. Cela garantit l'absence de lésions cutanées en cas d'hyper-appui (sur le sol ou dans un appareillage) mais ajoute à la difficulté de la création d'un appareillage confortable, très ajusté au patient en ayant l'objectif de conserver les propriétés mécaniques de cet appareil.

Parallèlement au maintien ou à l'amélioration du pronostic fonctionnel de marche, la prévention des chutes et des fractures fait partie de la réflexion pour la stratégie thérapeutique. Le risque de chute est lié à la paralysie et à la mauvaise utilisation du membre. Le principe est de respecter les axes fonctionnels (par exemple en conservant ou parfois en créant un récurvatum de genou), proscrire les secteurs articulaires responsables de chutes comme le fessum de genou. Le risque fracturaire est important chez le patient porteur de séquelles de poliomyélite. Elle est probablement favorisée par le risque de chute (trouble de la commande musculaire) et la fragilité osseuse (diminution du tonus musculaire des segments concernés, diminution de la

mise en charge, des activités physiques, âge. . .). Ce risque fracturaire paraît donc plus élevé chez ces patients que la population saine [9]. Pour la poliomyélite, elle semble toucher préférentiellement les membres plutôt que le rachis, extrémité supérieure de l'humérus et inférieur du fémur (avec les factures de rotule). Ce risque de chute peut être une indication à modifier un appareillage, voire même à le prescrire de novo.

2.2. Problématiques biomécaniques et cinésiologiques

2.2.1. Une articulation « clé » pour le membre inférieur : le genou [8]

Le genou est l'une des articulations les plus touchées par la poliomyélite, l'atteinte du triceps est plus fréquente que celle des fléchisseurs du genou, l'atteinte isolée du quadriceps est rare. Il s'agit de l'articulation à contrôler pour la mise en charge et la marche mais également celle qui pose le plus de problèmes en raison des grands bras de leviers mis en œuvre pour les moments résistants et les faibles bras de leviers moteurs. Cette articulation est principalement contrôlée par le muscle de la station debout, le quadriceps, et joue son pronostic orthopédique sur la conservation de ses amplitudes articulaires.

La première question qui se pose souvent est de comprendre comment le patient peut verrouiller son genou en cas de déficit des muscles extenseurs de cette articulation et notamment avec un quadriceps faible ? Lors d'une paralysie du quadriceps complète ou partielle, la mise en charge du membre inférieur reste possible si la ligne de gravité passe en avant de l'axe du genou, si les structures capsulaires et tendineuses postérieures sont suffisamment résistantes et si le triceps ou le grand fessier sont bons. La marche en terrain plat est possible car le déficit du quadriceps est compensé par les muscles grands fessiers et triceps à condition que l'extension passive du genou soit totale, avec un léger récurvatum. Le déficit du quadriceps devient gênant lors de la descente des escaliers et lors de la marche en terrain irrégulier. Lorsque le grand fessier est insuffisant le patient doit porter en arrière l'axe de la cuisse en le repoussant de la main ou en réalisant un brusque mouvement d'extension du tronc. Lorsque le triceps est également insuffisant, la stabilité du genou est mauvaise avec un risque de lâchage en flexion. Un équin modéré (10° à 20°) permet une stabilité dynamique du genou grâce au récurvatum provoqué par le tibia qui se porte en arrière lorsque le pied est à plat sur le sol (Fig. 1). Si le triceps est paralysé, la stabilisation du genou est difficile même si le quadriceps est satisfaisant. Si la paralysie atteint plusieurs groupes musculaires, la stabilisation du genou peut être obtenue par diverses compensations :

- extension complète passive du genou (récurvatum) ;
- rotation externe complète du membre portant ;
- passage de la ligne de gravité en avant de l'axe du genou (marche en salutation de Ducroquet) ;
- stabilisation du genou en extension ou en récurvatum grâce à une extension de cuisse par le grand fessier (associé ou non à une salutation) ;
- récurvatum provoqué par l'équin du pied au sol qui renvoie l'axe de la jambe en arrière (Fig. 2) ;

- appui manuel sur la cuisse qui permet le blocage de l'extension de la cuisse à chaque pas (Fig. 3).

Ces compensations ne sont plus possibles en cas de flexum de hanche, flexum de genou, déficit du grand fessier et de pied talus. En effet, le talus favorise la fermeture de l'angle tibio-talien en avant et aggrave l'instabilité en flexion du genou.

La seconde question qui se pose est de mesurer l'efficacité et l'impact à long terme des modifications orthopédiques de cette articulation. Un récurvatum du genou doit être respecté jusqu'à 10° et si les éléments capsulaires postérieurs sont suffisamment résistants. Au-delà de 10° à 15°, le récurvatum risque de s'aggraver, de devenir douloureux et de créer un raccourcissement fonctionnel qui entraîne une boiterie. Lorsque les éléments capsulaires postérieurs sont de mauvaise qualité avec des ischio-jambiers et des jumeaux déficitaires, la distension des plans postérieurs (rapidement progressive en cas de surcharge pondérale) peut aboutir à un genou ballant (Fig. 4). Le récurvatum passif par détente des éléments postérieurs, mis en évidence en chaîne ouverte, se voit au cours des paralysies totales des membres inférieurs et est favorisé par un équin fixé du pied et par certaines compensations utilisées lors de la marche (appui manuel sur la cuisse). Lorsque les ischio-jambiers et triceps sont présents, associés ou non à un équin, avec un quadriceps déficitaire, le genou est forcé en arrière à chaque pas, mais les plans postérieurs sont protégés par les éléments musculaires et résistent mieux aux contraintes de ce récurvatum dynamique.

2.2.2. Les autres articulations : le pied et la cheville

Ces articulations posent peu de problème en pratique. Aux pieds, les déformations provoquées par les paralysies et les déséquilibres résultent généralement de la combinaison de plusieurs déformations élémentaires, pied creux direct, pied varus équin, pied valgus, talus, pied creux (Fig. 5), pied plat, pied ballant et pied instable. À l'appui, le pied se pose le plus souvent en varus, plus rarement en valgus et devient progressivement douloureux.

Il faudra donc veiller à contrôler la déformation en varus car cela permettra de préserver l'articulation talocrurale (arthrose) surtout si une arthrodèse de l'articulation sub-talaire et/ou de Chopart a été réalisée. Ces déformations du pied sont responsables de retentissements sur les articulations sus-jacentes (équin et récurvatum du genou, talus et instabilité en flexion du genou. . .) ce qui impose de les intégrer dans les réflexions concernant la compréhension des troubles fonctionnels et dans leurs traitements.

2.2.3. Les autres articulations : la hanche

Cette articulation pose moins de problème en pratique. Il faut noter l'insuffisance du gluteus médius pouvant impliquer des boiteries classiques du type boiterie de Duchenne ou bascule de l'épaule du côté portant (Fig. 6). Il existe également des retentissements de l'inégalité de longueur des membres inférieurs (ou hypoplasie) et déformations rachidiennes (cyphoscoliose) sur l'équilibre du bassin dans le plan sagittal et frontal induisant également différents types de boiteries d'origine osseuse et articulaire.

2.3. Stratégies thérapeutiques

2.3.1. Les boîtiers et schémas de marche globale acquis par le patient et risques de déstabilisation

Il existe donc de nombreux schémas de marche chez les patients poliomyélitiques. Les schémas classiques retrouvés sont la boîtier d'épaule, la boîtier de Duchenne, la marche en salutation, la marche avec la main sur la cuisse pour verrouiller le genou, le recurvatum isolé de genou, la marche en quatre temps, en pendulaire... Tous ces types de marche présentent des variantes en fonction de la topographie et de l'intensité des déficits, l'utilisation ou non d'aides techniques (cannes, orthèses...), du morphotype du patient et de ses capacités cardiorespiratoires à l'effort.

Ces adaptations articulaires et de schéma de marche ne sont pas toujours, à terme, inoffensifs. Les stratégies adoptées avec le temps permettent souvent au patient d'exploiter au mieux ses capacités restantes pour acquérir la station debout et assurer une marche, souvent pendant de longues années. Celles-ci induisent cependant souvent à long terme des lésions dégénératives qui peuvent poser problème pour le maintien de la marche. Par exemple, la stabilisation de la hanche et du genou par une grande antéversion de hanche et rotation interne fémorale permettent un verrouillage du genou en rotation externe, le risque est de voir apparaître une dislocation du genou en rotation externe qui entraîne une arthrose souvent intolérable.

2.3.2. Solutions chirurgicales [4,8]

De nombreux patients ont bénéficié de chirurgies orthopédiques dans l'enfance et l'adolescence, et notamment des membres inférieurs (allongement de fémur, ostéotomies de recurvatum de genou (Fig. 7), dérotation fémorale, arthrodèse, double arthrodèse, voire triple arthrodèse de cheville et pied, ténotomies...). Certains patients ont également bénéficié de chirurgies de rachis, notamment pour contrôler une scoliose paralytique. En phase séquellaire, certaines indications peuvent être retenues. Elle est cependant limitée par le vieillissement musculotendineux, l'état ostéoarticulaire (dégénérescence arthrosique, ostéoporose...) et par l'état général (dégradation de la fonction respiratoire...). Les indications sont fonctionnelles et visent à améliorer la marche et les possibilités d'appareillage, à supprimer les douleurs ou à éviter l'aggravation d'une scoliose. Les risques encourus ne sont pas négligeables et les indications doivent être posées par des équipes habituées. Une chirurgie de correction peut perturber un équilibre difficilement acquis. La normalité anatomique ne doit jamais être prioritaire et il faut veiller a priori à la conservation de la fonction.

2.3.3. Solutions d'appareillage

C'est souvent au cours de ces évolutions que sont proposées des modifications d'appareillage ou des propositions d'indication d'appareillage de novo. Les orthèses et les aides techniques ont une grande utilité en cas de douleurs, de déformations articulaires et de troubles de la marche [12,11]. Un recurvatum modéré de genou est donc bénéfique pour stabiliser le genou paralytique, mais il a tendance à s'aggraver surtout lorsqu'il

s'agit d'un recurvatum passif. Un recurvatum évolutif nécessite une protection par un appareillage (orthèse cruropédieuse articulée au genou avec butée anti-recurvatum) qui limite le recurvatum et en prévient l'aggravation. L'orthèse doit respecter quelques degrés de recurvatum pour permettre la stabilisation du genou et éviter son dérobement. La rétraction du triceps est fréquente et il faut savoir préserver un équin modéré qui permet le recurvatum, voire un équin plus important si l'extension du genou est incomplète. L'allongement du tendon d'Achille qui corrige l'équin du pied peut dans certains cas diminuer le recurvatum et rendre difficile la déambulation. L'aggravation progressive des attitudes vicieuses du genou (recurvatum ou valgum), les déficits musculaires souvent importants et la laxité capsuloligamentaire sont à l'origine d'un genou ballant mal toléré chez l'adulte. L'appareillage est alors la meilleure solution thérapeutique : orthèse cruropédieuse articulée avec verrou (Fig. 8). Le port de cette dernière peut poser souci en phase oscillante de la marche, car il faut souvent trouver un compromis avec la compensation de l'inégalité de longueur de membre inférieur et permettre un passage du pas sécurisé. L'arthrodèse de genou doit être évitée.

Pour la cheville et le pied, les indications principales concernent le releveur ou la chaussure orthopédique afin d'obtenir une stabilisation du pied. Parfois une chaussure de compensation d'une inégalité est préconisée (Fig. 9).

Les modifications d'appareillage déjà porté par les patients par de nouveaux matériaux (carbone par exemple), de type d'articulation, d'axe ou d'embase, ne sont pas toujours bien acceptées par les patients habitués au confort de leurs orthèses antérieures [10]. L'absence de troubles sensitifs de cette pathologie joue un rôle non négligeable dans cette situation. Par ailleurs, même s'il est démontré que le port d'orthèse peut améliorer les capacités de marche [12,2,6], même en cas de syndrome post-polio [7], l'indication d'un appareillage de novo pour les patients qui n'en ont jamais porté (ou refusé) peut ne pas toujours être très bien acceptée. Elle mérite une discussion prolongée avec le patient qui évaluera les risques sans adaptations et leurs souhaits [10]. L'acquisition d'aides techniques est souvent envisagée en première intention. Elles posent souvent le problème de l'acceptation du patient qui a toujours refusé d'afficher son handicap. Par ailleurs, elles peuvent déplacer le problème aux membres supérieurs qui souffrent souvent de lésions dégénératives liées à leur surutilisation prolongée pour l'aide à la marche, aux transferts...

Le rôle du médecin de médecine physique et de réadaptation sera de trouver des solutions médicales mais également d'appareillage ou chirurgicales qui pourraient améliorer spécifiquement la symptomatologie en gardant le plus longtemps les capacités de marche si elles sont revendiquées par le patient. La confection d'une orthèse non adaptée peut porter préjudice à la marche. Par exemple, les orthèses complètes des deux membres inférieurs avec composante pelvienne articulée à la hanche ne se font pratiquement plus. Leur poids conséquent, et la dépense énergétique démesurée qu'elles occasionnent induisent des contraintes majeures et au total une mauvaise observance.

Les principes élémentaires à respecter pour la prescription sont notamment de conserver le schéma de marche, simplifier au maximum les appuis et contre-appuis (pas d'appui ischiatique ou fronde rotulienne si elles ne sont pas nécessaires), respecter les axes articulaires des membres du patient, faire la chasse au poids excessif de l'orthèse, rechercher le confort maximal et faire évoluer l'aspect de l'appareil afin de s'éloigner de l'image orthopédique classique qui renvoie à l'ère de l'« infirmité ». L'indication d'acquisition d'un fauteuil roulant manuel, voire électrique, paraît parfois incontournable, notamment pour la gestion au quotidien des périodes de fatigue, de douleurs (notamment des membres supérieurs) ou de faiblesse des membres inférieurs, tout en se rappelant que le déconditionnement à l'effort demeure l'un des ennemis de la conservation de la trophicité musculaire et de l'autonomie [3]. Le projet de vie du patient alimente également les réflexions du prescripteur notamment celles concernant la vie de famille, la préservation d'une activité professionnelle ou de loisir spécifique.

2.4. Conclusion

L'appareillage et la marche du patient poliomyélitique sont une problématique fréquente aux contraintes multiples pour une population hétérogène. En France, elle concerne principalement des patients adultes, souvent de plus de 50 ans, présentant des complications dégénératives. Tout en les englobant dans un équilibre corporel complet, les réflexions intéressent souvent le genou et surtout la phase portante du cycle de marche. L'appareillage et ses évolutions font partie de l'arsenal thérapeutique des patients présentant un syndrome post-polio. En conséquence, les évaluations et la prise en charge doivent être entreprises par des équipes spécialisées.

Conflict of interest

None.

References

- [1] Agre JC, Rodriguez AA, Tafel JA. Late effects of polio: critical review of the literature on neuromuscular function. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(11):923–31.
- [2] Brehm MA, et al. Effect of carbon-composite knee-ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in former polio patients. *J Rehabil Med* 2007;39(8):651–7.
- [3] Dean E, Ross J. Effect of modified aerobic training on movement energetics in polio survivors. *Orthopedics* 1991;14(11):1243–6.
- [4] Faraj A. Poliomyelitis: orthopaedic management. *Curr Orthop* 2006;20:41–6.
- [5] Gawne AC, Wells KR, Wilson KS. Cardiac risk factors in polio survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(5):694–6.
- [6] Hachisuka K, et al. Clinical application of carbon fibre reinforced plastic leg orthosis for polio survivors and its advantages and disadvantages. *Prosthet Orthot Int* 2006;30(2):129–35.
- [7] Heim M, Yaacobi E, Azaria M. A pilot study to determine the efficiency of lightweight carbon fibre orthoses in the management of patients suffering from post-poliomyelitis syndrome. *Clin Rehabil* 1997;11(4):302–5.
- [8] Laffont IY, Cantalloube AS, Dizien O. Rééducation dans le traitement de la poliomyélite antérieure aiguë. In: *Encycl Med Chir Rééducation Elsevier Ed. Paris Rééducation*, 26-450-A-10. 1996. p. 12.
- [9] Silver JK, Aiello DD. Polio survivors: falls and subsequent injuries. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(8):567–70.
- [10] Thoren-Jonsson AL, Grimby G. Ability and perceived difficulty in daily activities in people with poliomyelitis sequelae. *J Rehabil Med* 2001;33(1):4–11.
- [11] Tremaine Billings F, Collins R. The devastating backlash of a dread disease: poliomyelitis. *Transact Am Clin Climatol Assoc* 2005;116:57–63.
- [12] Waring WP, et al. Influence of appropriate lower extremity orthotic management on ambulation, pain and fatigue in a post-polio population. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70(5):371–5.