

I Le dossier – Malformations médullaires

Prise en charge neurochirurgicale des malformations médullaires

RÉSUMÉ : Les malformations médullaires sont des anomalies congénitales de la moelle épinière pouvant entraîner des troubles neurologiques. Leur traitement neurochirurgical est au cœur d'une prise en charge pluridisciplinaire au long cours, qui commence parfois *in utero*.

Le geste neurochirurgical médullaire peut avoir pour objectif une fermeture, une libération ou une excision. Les gestes sont adaptés à la diversité des dysraphismes et répondent à des situations radiologiques et symptomatologiques. L'interprétation du tableau radioclinique permet d'évaluer le pronostic fonctionnel, le risque chirurgical et les bénéfices attendus.



T. DE SAINT-DENIS

CRM C-MAVEM (Chiari-syringomyélie-malformations vertébrales et médullaires);
Service d'Orthopédie, Hôpital Trousseau;
Service de Neurochirurgie pédiatrique, Hôpital Necker;
NeurogenCell, Thérapie Génique, Paris Brain Institute, PARIS.

Les malformations médullaires ou dysraphismes spinaux sont issus de troubles du développement embryonnaire [1], qui aboutissent à une situation malformative touchant essentiellement la partie distale de la moelle épinière aux étages lombosacrés. Cette localisation élective peut entraîner des troubles neurologiques touchant essentiellement la vessie, le transit et la distalité des membres inférieurs.

Nous aborderons d'abord les différents diagnostics représentant la variété des malformations rencontrées et dans un second temps les spécificités neurochirurgicales de chacun, après avoir énoncé les principes généraux de la neurochirurgie des malformations médullaires. Mais avant tout, deux notions couramment utilisées mais parfois de façon imprécise seront éclairées :

>>> Spina bifida : terme latin désignant une épineuse bifide, c'est-à-dire un arc postérieur de vertèbre ouvert. Sa première utilisation est attribuée à Nicolas Tulp au XVII^e siècle dans un ouvrage intitulé *Observationes Medicae* [2]. Cette anomalie osseuse est fréquemment associée à des malformations médullaires, ce

qui a poussé à utiliser ce terme dans une forme raccourcie (*spina*) de façon élargie pour nommer les dysraphismes spinaux. Néanmoins, son caractère réducteur ne désignant qu'une anomalie osseuse ne représente pas la diversité des malformations existantes.

>>> Moelle attachée basse : terme regroupant deux notions indépendantes souvent associées. D'une part, une position de la moelle sous les normes anatomiques habituelles (moelle basse : se terminant sous le plateau inférieur de L2) et, d'autre part, une attache médullaire qui correspond à une anomalie médullaire malformative suspecte d'exercer une sollicitation mécanique anormale sur la moelle dans une situation malformative de dysraphisme spinal (moelle attachée).

■ Variété des dysraphismes

Les dysraphismes spinaux peuvent être séparés en deux grands groupes selon leur couverture cutanée, qui nous fait les désigner comme ouverts ou fermés [3]. Cette différence n'est pas qu'une question cutanée car le caractère ouvert expose la moelle au liquide amniotique

environnant durant la grossesse, pouvant altérer son pronostic fonctionnel mais aussi avoir un retentissement sur le reste du système nerveux central (Chiari II, hydrocéphalie). À l’opposé, les dysraphismes fermés n’ont qu’un potentiel retentissement local médullaire qui ne présente pas de risque particulier d’atteinte cérébrale.

1. Dysraphismes ouverts : la myéломéningocèle

>>> Diagnostic

Le diagnostic est dans la majorité des cas fait en anténatal sur des signes échographiques à l’échographie du deuxième trimestre de grossesse. On retrouve des signes cérébraux indiquant avec certitude le caractère ouvert (Chiari II, aplatissement des os frontaux) et un aspect de moelle se terminant de façon ouverte (sans cône) à la surface de la peau (myélocèle), classiquement au sommet d’une bulle liquidienne (méningocèle) non épidermée [4]. Ce diagnostic nécessite une évaluation radiologique, obstétricale et neurochirurgicale en centre de référence afin de préciser le diagnostic et ainsi d’informer au mieux la patiente en raison du risque de handicap vésical, du transit, moteur et de trouble des acquisitions [5]. À la suite de cette évaluation, en cas de souhait de poursuite de la grossesse, les deux options chirurgicales sont une chirurgie néonatale selon les standards actuels ou une fermeture anténatale si la demande est faite et les conditions le permettent.

Il s’agit de la malformation médullaire la plus fréquente et la seule pour laquelle il existe un traitement préventif qui diminue de 70 % leur survenue : l’acide folique, qui doit être pris en période préconceptionnelle [6].

>>> Fermeture neurochirurgicale néonatale d’une myéломéningocèle

Ce geste est considéré comme palliatif dans le sens où il n’améliore pas le pro-

nostic fonctionnel, le but est de prévenir une aggravation de la souffrance du système nerveux par une infection (ménigite, ventriculite) [7]. Il est recommandé de réaliser cette fermeture dès les deux premiers jours de vie. Le geste consiste en une détache de la placode qui est refermée sur elle-même et remise dans le canal spinal, avant de reconstituer un à un les plans anatomiques recouvrants (dure-mère, fascia-muscle, sous-peau et peau).

Une hydrocéphalie peut devenir symptomatique dans les semaines ou mois suivants et nécessiter un traitement par dérivation ventriculopéritonéale.

>>> Fermeture anténatale d’une myéломéningocèle

Cette technique innovante validée depuis une dizaine d’années [8] repose sur le rationnel qu’une partie du handicap fonctionnel est le fait du caractère ouvert de la malformation et donc qu’une fermeture durant la grossesse (21-26 semaines d’aménorrhée) permet de le diminuer. La séquence chirurgicale est la même qu’en néonatal (libération de la placode et fermeture en 3 plans ; **fig. 1**), mais l’abord intra-utérin est le point crucial des améliorations actuelles : d’abord par une technique ouverte (hystérotomie), mais la fœtoscopie se fait petit à petit une place, surtout grâce au bénéfice de ses suites obstétricales [10].

2. Dyraphismes fermés

Ils sont bien plus rares que les myéломéningocèles en termes d’incidence, mais leur variété et la prise en charge sur mesure qu’ils nécessitent en font tout l’intérêt.

>>> **Les lipomes**, malformations médullaires comprenant une structure graisseuse dans une situation anormale :

- lipome du filum ou filum lipomateux : tumeur lipomateuse du filum terminal, il est généralement situé sous une moelle anatomiquement normale, parfois en position basse (inférieure à L2) ;
- lipome du cône : masse graisseuse directement en contact de la moelle avec habituellement une interface médullaire malformative à ce niveau. Les aspects sont variés selon le lieu d’attache de la graisse, son extension et le degré de désorganisation anatomique.

>>> **Les dysraphismes à tractus :**

- sinus dermique : pertuis de tissu cutané pouvant aller jusqu’à la dure-mère, parfois associé à un kyste dermoïde intradural. Il expose à un risque d’infection (empyème) et nécessite un traitement précoce préventif (premiers mois de vie) ;
- LDM (*Limited Dorsal Myeloschisis*) : tractus composé de fibres neurogliales allant d’une anomalie à la surface cutanée à la partie postérieure de la moelle et traversant l’arc postérieur vertébral au travers d’un spina bifida étroit [11].

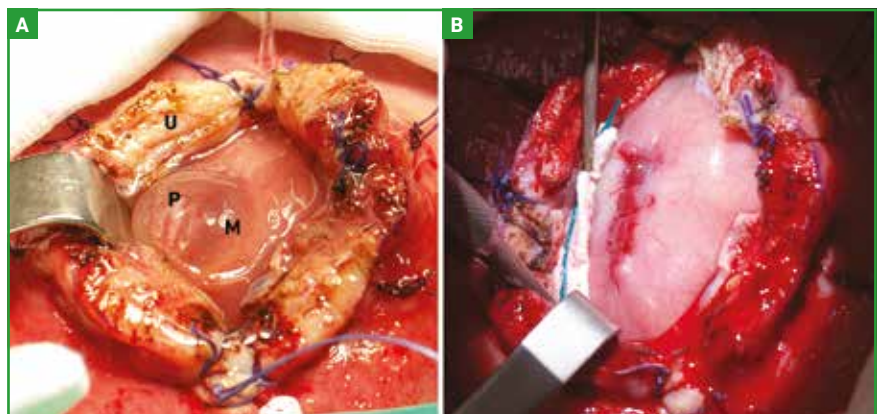


Fig. 1 : Images peropératoires de chirurgie anténatale de fermeture de myéломéningocèle (protocole PRIUM [9]).
A : après hystérotomie (U), avant dissection de la placode (P) et fermeture de la méningocèle (M) en 3 plans.
B : fermeture effective de la myéломéningocèle avant la fermeture utérine.

I Le dossier – Malformations médullaires

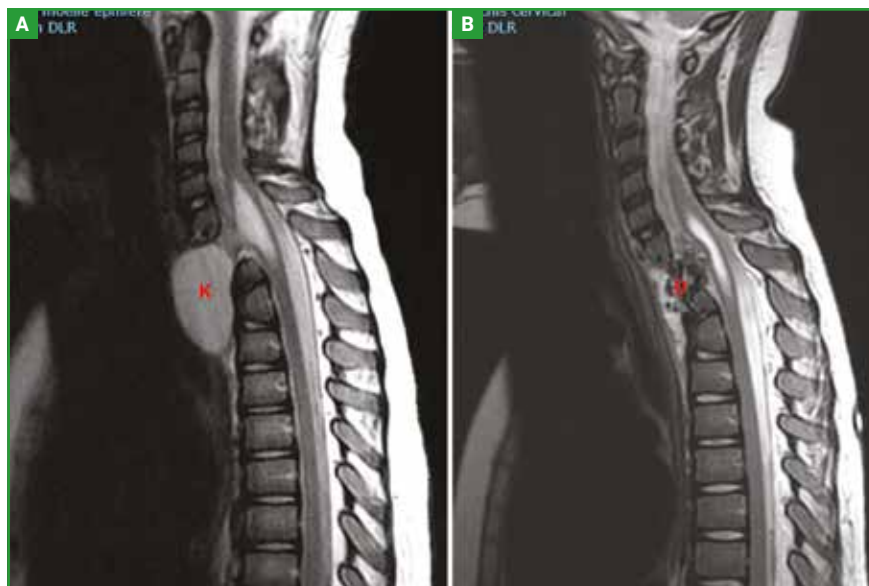


Fig. 2 : IRM séquence T2, coupes sagittales, kyste neurentérique C7. **A :** vue préopératoire, kyste neurentérique antérieur (K). **B :** vue postopératoire après exérèse du kyste et greffe osseuse (O) sur l'ouverture malformative du corps vertébral.

>>> Le kyste neurentérique : malformation très rare consistant en une communication anormale entre la partie antérieure de la moelle et des éléments viscéraux cervicothoraciques au travers d'un corps vertébral, qui se présente alors comme séparé en deux [12] (**fig. 2**).

>>> La diastématomyélie : malformation complexe dont la caractéristique principale est une duplication de la moelle (diplomyélie). Les deux moelles peuvent être au sein d'un même sac dural (type II) ou au contraire dans deux fourreaux durs distincts séparés par un éperon

osseux (type I). Elles peuvent s'associer à tous les éléments malformatifs précités. Le diagnostic est de plus en plus souvent anténatal (**fig. 3**).

Chirurgie des malformations médullaires

Celle-ci s'appelle une chirurgie de libération médullaire, en rapport avec le concept de moelle attachée. Le but simple est de mettre le cordon médullaire dans des conditions optimales de fonctionnement. Les risques chirurgi-

caux sont de trois ordres : neurologiques, hémorragiques et infectieux.

1. Risques

Le risque neurologique est lié à la fonctionnalité médullaire de la zone opérée. Le cône est le siège de la commande vésicale complexe et d'une motricité colique dont la dysfonction peut mener à des troubles de la continence et/ou de la vidange vésicale, ainsi qu'à une mauvaise régulation du transit. Aux étages supérieurs et par une organisation métamérique, on retrouve les fonctions sensibles et motrices des membres inférieurs. Plus la lésion est haute, plus le retentissement d'un syndrome sous-lésionnel sera fonctionnellement important.

Les cordons postérieurs de la moelle sont le siège des informations sensibles, leur abord peut entraîner des troubles proprioceptifs ou douloureux neuropathiques qui sont, dans la majorité des cas, d'évolution spontanément favorable. Les cordons antérieurs de la moelle sont le siège des informations motrices, leur manipulation expose à un risque de paralysie, la vascularisation antérieure de la moelle est un facteur de risque surajouté de ces gestes.

Plus le geste sera invasif au sein ou au contact de la moelle elle-même et plus le risque neurologique sera important. Le caractère malformatif du cordon médullaire et la préexistence de signes neurologiques sont des risques surajoutés de troubles neurologiques postopératoires.

Le risque hémorragique est globalement faible, sauf dans le cas des diastématomyélies avec éperon osseux.

Les risques infectieux sont essentiellement liés au caractère malformatif des tissus séparant le cordon médullaire intradural de la surface cutanée. Le caractère incomplet de la dure-mère expose aux fuites postopératoires de liquide céphalorachidien et donc au risque de méningite. Le revêtement sous-cutané et

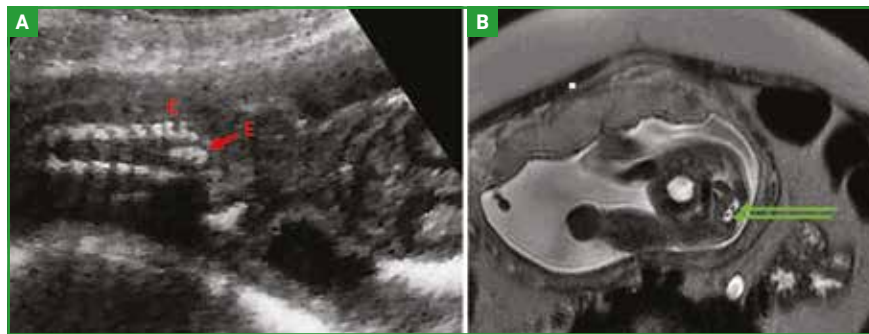


Fig. 3 : Images de diagnostic anténatal de diastématomyélie de type I. **A :** échographie vue coronale, élargissement du canal vertébral (C) et éperon visible (E). **B :** IRM fœtale, séquence T2, coupe axiale, deux moelles visibles (**flèches vertes**).

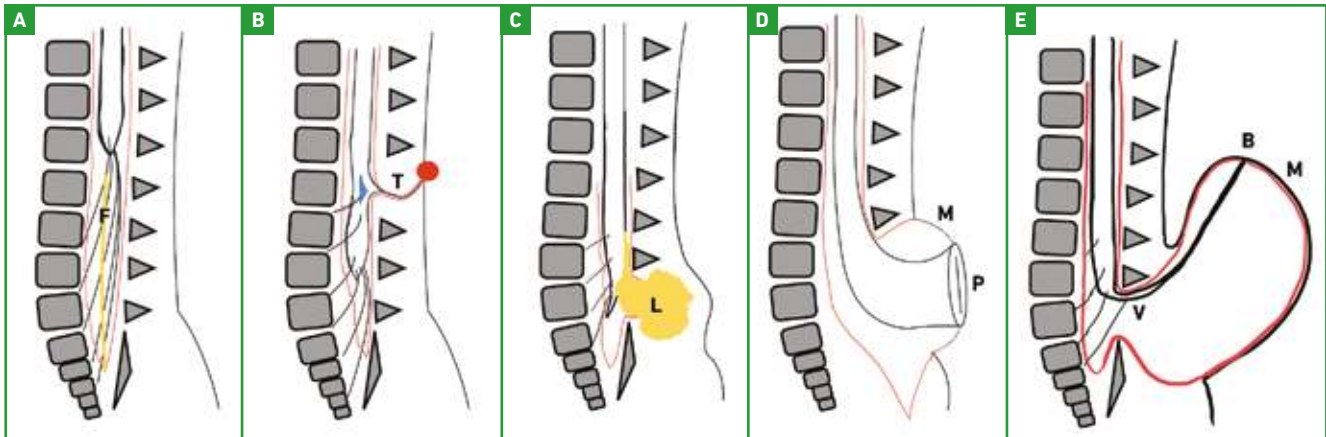


Fig. 4 : Sollicitations mécaniques selon les dysraphismes. **A :** lipome du filum (F), limitation des oscillations médullaires. **B :** LDM, tractus (T) exerçant une traction postérieure. **C :** lipome dorsal (L) sous-cutané, traction postérieure. **D :** myéloméningocèle. Placode (P) au sommet d'une méningocèle (M) fragile non épidermée, traction inférieure et postérieure. **E :** MyeLDM [13], moelle asymptotique reliée sous forme de bouton neural (B) au sommet de la méningocèle partiellement épidermée, avec tractions pulsatiles et effet billot sur le dernier arc vertébral fermé (V).

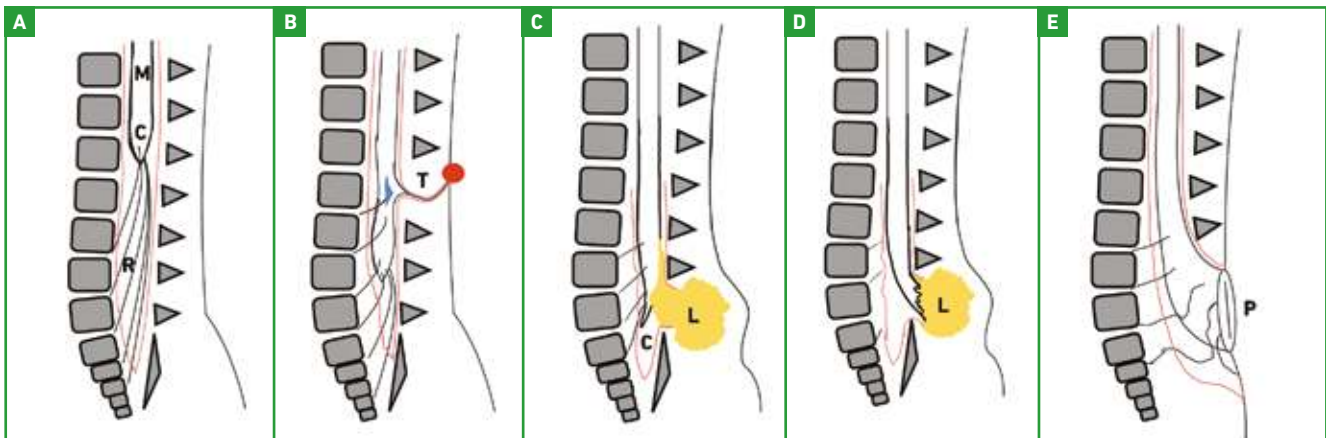


Fig. 5 : Situations malformatives des dysraphismes (degré malformatif croissant de gauche à droite). **A :** anatomie normale. Moelle (M), cône (C), racines de queue de cheval (R), dure-mère (en rouge). **B :** LDM. Moelle basse avec cône normal, tractus (T), anomalie cutanée (point rouge), syringomyélie (triangle bleu) en regard de l'attache postérieure. **C :** lipome du cône dorsal. Cône identifiable (C), lipome (L) ancré sur les cordons postérieurs avec extension sous-cutanée. **D :** lipomyélocèle. Pas de cône identifiable, continuité avec un lipome (L) à extension sous-cutanée. **E :** myélocèle. Forme de dysraphisme ouvert sans méningocèle, la moelle ne se termine pas et est ouverte à la surface cutanée sous forme de placode (P).

cutané malformatif rend la cicatrisation plus longue et difficile, et expose aux risques de déhiscence. Un soin tout particulier doit ainsi être apporté à la fermeture durant la chirurgie afin que celle-ci soit étanche et sans tension.

Les bénéfices neurochirurgicaux concernant les troubles neurologiques (urologiques et neuro-orthopédiques), l'attente est : leur prévention, leur amélioration ou leur stabilisation. La chirurgie des malformations médullaires n'est pas une normalisation de la situation anatomique mais une mise en conditions

mécaniques et histologiques optimales d'une moelle qui, si elle est malformatrice, le restera quand même en partie. Il convient donc, pour chaque situation, d'envisager d'une part le caractère malformatif (structurel et histologique) et d'autre part la sollicitation mécanique que l'on souhaite lever.

Plus le caractère mécanique est prédominant, plus le geste chirurgical a des chances d'être efficace (fig. 4). Plus l'anomalie histologique (lipome, kyste dermoïde) est au sein du cordon médullaire, plus le geste chirurgical sera à

risque de complication neurologique. Plus le caractère malformatif du cordon médullaire et des racines qui en sont issues sera marqué, moins l'effet bénéfique d'une chirurgie sera attendu (fig. 5).

L'indication repose donc sur cette balance entre bénéfice et risque qui porte surtout sur les fonctions vésicales. Le résultat d'un travail multidisciplinaire uro-neurochirurgical permet d'aider à distinguer les différentes situations où l'indication chirurgicale de libération médullaire peut être posée [14] :

Le dossier – Malformations médullaires

– groupe I : l'histoire naturelle est connue et peut être améliorée par la détache médullaire, soit myéloméningocèle (néonatal), diastématomyélie type I, sinus dermique avec histoire d'infection ou liquorrhée cérébrospinale ;

– groupe II : asymptomatique, histoire naturelle peu prévisible, la détache médullaire est réalisable avec un risque acceptable, soit LDM, lipomyéloméningocèle à haut risque de détérioration (idem transitionnel) et myélocystocèle terminal ;

– groupe III : détérioration progressive, soit tous les dysraphismes fermés avec des anomalies structurales radiologiques (IRM) et une symptomatologie nouvelle ou progressive.

2. Déroulé

Les éléments communs sont une chirurgie sous anesthésie générale en décubitus ventral avec une vérification des points d'appui. Les modalités d'incision dépendent des opérateurs : verticale médiane, horizontale centrée sur l'anomalie ou adaptée à l'anomalie cutanée (angiome ou lipome sous-cutané).

>>> Lipome du filum

● **Indications** : chirurgie systématique en cas de symptôme suspect d'être lié à l'attache (vésical, neuro-orthopédique, constipation sévère). La chirurgie est volontiers réalisée quand la situation ne permet pas de vérifier le caractère asymptomatique (par exemple malformation anorectale, retard des acquisitions), l'indication peut aussi être préventive uniquement dans certains cas [15].

● **Geste neurochirurgical** : il s'agit d'une chirurgie extramédullaire, la détache chirurgicale d'un lipome du filum consiste en une section de celui-ci éloignée du cône médullaire (pour limiter les risques neurologiques et l'encombrement des racines de la queue de cheval) et avant le cul-de-sac dural pour avoir un espace opératoire intradural large. C'est généralement au niveau de l'espace

L5-S1 que le geste se fait par un abord interlaminaire. Le filum est reconnaissable parmi les racines du fait de sa situation médiane, d'une artère qui court sur sa longueur et qui nécessite une coagulation avant section, et de sa consistance modifiée qui est la justification neurochirurgicale.

● **Suites** : le risque neurologique est théorique mais non observé en pratique du fait du caractère exclusivement extradural du geste, les douleurs postopératoires sont liées à l'écartement des masses musculaires paravertébrales et durent habituellement quelques jours seulement. Les suites sont plus simples et rapides chez les nourrissons du fait de la faible profondeur pour accéder au filum.

>>> LDM

● **Indications** : la chirurgie est recommandée en prévention à partir de 6 mois du fait du risque d'aggravation par traction. La chirurgie peut être plus précoce, surtout quand la traction est majorée par son attache au sommet d'une méningocèle ou qu'il existe des symptômes dès les premiers mois [16].

● **Geste** : la libération consiste en une exérèse du tractus jusqu'à sa portion intradurale (et pas nécessairement son contact médullaire), cela se fait par exérèse de l'anomalie cutanée avant un suivi le long du tractus à travers une ouverture *a minima* des éléments osseux traversés (laminotomie) et une libération par section de celui-ci juste sous l'ouverture de la dure-mère. L'ensemble est habituellement envoyé en anatomopathologie.

● **Suites** : elles sont similaires à celles d'une section de filum. Les douleurs postopératoires peuvent être plus importantes du fait de l'abord parfois plus étendu sur plusieurs niveaux vertébraux.

>>> Sinus dermique

● **Indications** : la chirurgie est systématique de façon préventive en raison du

risque infectieux, il est nécessaire de voir jusqu'où le geste doit mener pour retirer l'ensemble du tractus et l'éventuel kyste dermoïde associé [17].

● **Geste** : il s'apparente à celui du LDM mais s'arrête parfois juste au contact dural (qui est retiré) ou peut être plus profond, notamment si un kyste dermoïde parfois en contact avec la moelle y fait suite.

● **Suites** : les symptômes postopératoires sont liés à l'écartement des masses musculaires ici aussi, une chirurgie au contact de la moelle (kyste dermoïde) expose à un risque neurologique. Le prélèvement est envoyé en anatomopathologie et en bactériologie en cas de doute sur des signes infectieux, une antibiothérapie probabiliste est alors instituée en peropératoire et adaptée selon les résultats.

>>> Lipome du cône

● **Indications** : après une opposition historique entre les chirurgies systématiques et les chirurgies seulement en cas de symptômes [18, 19], les indications sont encore discutées dans les milieux spécialisés mais une décision au cas par cas selon l'évaluation des risques et bénéfices semble adaptée (selon les participations mécanique, histologique et malformative à la menace ou la souffrance neurologique). Un suivi multidisciplinaire et un bilan préopératoire exhaustif sont recommandés (explorations vésicales, examen neuro-orthopédique).

● **Geste** : la libération de la moelle passe par une résection de la masse lipomateuse, si possible jusqu'à l'interface médullaire malformative. La libération mécanique peut être limitée par des racines fonctionnelles dites courtes limitant la liberté médullaire dans le sac dural. Il est conseillé d'aider le geste par un neuro-monitoring peropératoire, celui-ci ne permet néanmoins pas d'explorer la fonction vésicale proprement dite mais seulement la contraction du sphincter anal (**fig. 6**).

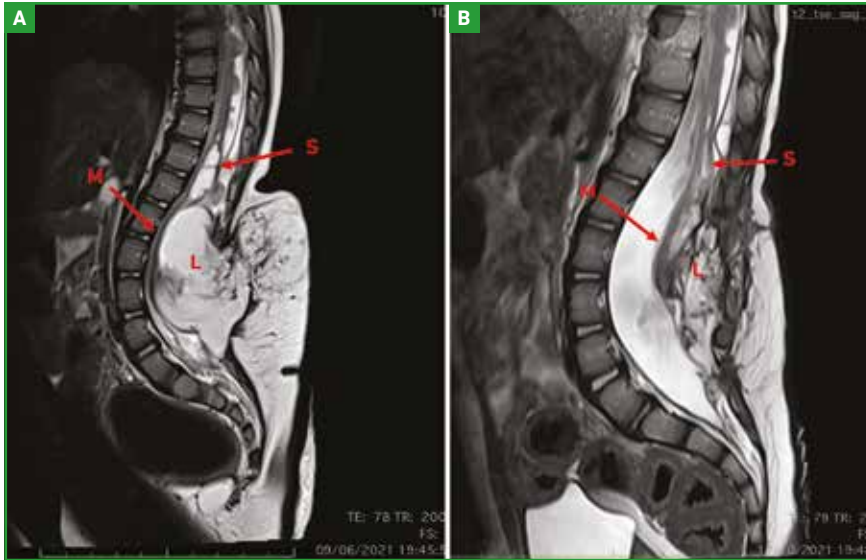


Fig. 6 : IRM sagittales, séquences T2, lipome du cône. **A :** vue préopératoire, volumineux lipome (L) intramédullaire (moelle comprimée M) et sous-cutané avec syringomyélie (S). **B :** vue postopératoire, lipome résiduel minime (L), diminution de la syringomyélie (S), moelle libre décompressée (M).

● **Suites :** le risque neurologique est lié au geste de résection du lipome au contact de la moelle et dépend donc de l'étendue et de la localisation de cette interface. Le risque infectieux est diminué au maximum par une fermeture durale aussi étanche que possible, une suture directe ou une plastie autologue ou prothétique. Les douleurs opératoires sont de deux types, nociceptives sur l'abord musculovertébral et neuropathiques en cas de manipulation des cordons médullaires postérieurs ou des racines.

Tout geste médullaire est à risque de troubler les fonctions vésicales et du transit, un soin particulier est apporté à leur récupération ou à la prise en charge de leur dysfonction (sondage urinaire laissé en place les premiers jours postopératoires, facilitateurs de transit).

>>> Diastématomyélie

● **Indications :** l'indication prophylactique concerne les formes avec un éperon osseux (type I). En cas d'attache distale associée (souvent lipome du filum), la section peut volontiers être réalisée dans le même temps. Cette indication systématique dans les cas de type II reste en

discussion. Certaines cures chirurgicales de dyastématomyélie peuvent se faire de façon articulée avec les temps chirurgicaux rachidiens en cas de déformation importante de la colonne vertébrale [20].

● **Geste :** la résection de l'éperon doit se faire jusqu'à la base d'implantation vertébrale avec résection de son enveloppe durale, en contournant les cordons médullaires situés de part et d'autre.

● **Suites :** le risque hémorragique propre à cette chirurgie est lié à une vascularisation artérielle de l'éperon qui peut saigner durant sa résection. Les suites sont habituellement marquées par des douleurs postopératoires transitoires de quelques jours. Le risque neurologique est essentiellement lié à la proximité de la moelle, au geste complémentaire en cas de malformation associée et aux symptômes préopératoires.

Deux point chirurgicaux particuliers à ajouter

>>> **Les indications de re-détache médullaire :** ces indications reposent sur les situations de réattache médul-

laire liées à une cicatrisation adhérente d'une moelle opérée au sein de son fourreau dural. Les facteurs favorisants sont l'étranglement du canal au moment du diagnostic et la situation inflammatoire (par exemple myélo-méningocèle), mais aussi le caractère trop partiel de la résection d'un lipome intradural. Si la radiologie (IRM) est incontournable pour ce type d'indication, le tableau clinique est primordial car le risque d'aggravation postopératoire est majoré en cas de reprise, l'indication repose donc sur une bonne corrélation radioclinique des symptômes invalidants ou évolutifs pour prendre le risque de l'opération.

>>> **La chirurgie cosmétique de l'anomalie cutanée :** les malformations médullaires sont souvent associées à une anomalie cutanée (origine embryologique commune : le neur ectoderme). Certaines lésions peuvent laisser un préjudice esthétique dans la région lombosacrée. Si la lésion est de petite taille et superficielle (appendice caudal), la résection peut être réalisée précocement sans forcément de geste médullaire. Les lipomes sous-cutanés peuvent être opérés sur demande des patients, habituellement après la puberté. Ce geste est réalisé en chirurgie plastique et reconstructrice mais doit toujours faire l'objet d'une évaluation neurochirurgicale préalable. La continuité entre un lipome sous-cutané et la moelle épinière est une contre-indication à un geste de réduction du lipome seul (surtout par lipoaspiration), qui pourrait exercer une traction sur la moelle et faire apparaître des signes neurologiques irréversibles.

BIBLIOGRAPHIE

1. THOMPSON DNP. Spinal dysraphic anomalies; classification, presentation and management. *Paediatr Child Health*, 2014;24:431-438.
2. CATALA M. Embryology applied to neural tube defects (NTDs). In: ÖZEK MM, CINALLI G, MAIXNER WJ. *The Spina Bifida*. Springer, 2008.

Le dossier – Malformations médullaires

3. McCOMB JG. A practical clinical classification of spinal neural tube defects. *Childs Nerv Syst*, 2015;31:1641-1657.
4. BEN-SIRA L, GAREL C, MALINGER G *et al*. Prenatal diagnosis of spinal dysraphism. *Childs Nerv Syst*, 2013;29:1541-1552.
5. FRISZER S, DHOMBRES F, MOREL B *et al*. Limited dorsal myeloschisis: a diagnostic pitfall in the prenatal ultrasound of fetal dysraphism. *Fetal diagn Ther*, 2017;41:136-144.
6. SMITHELLS RW, SHEPPARD S, SCHORAH CJ *et al*. Apparent prevention of neural tube defects by periconceptional vitamin supplementation. *Arch Dis Child*, 1981;56:911-918.
7. ATTENELLO FJ, TUCHMAN A, CHRISTIAN EA *et al*. Infection rate correlated with time to repair of open neural tube defects (myelomeningoceles): an institutional and national study. *Childs Nerv Syst*, 2016;32:1675-1681.
8. ADZICK NS, THOM EA, SPONG CY *et al*. A randomized trial of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele. *N Engl J Med*, 2011;364:993-1004.
9. GUILBAUD L, MAURICE P, LALLEMANT P *et al*. Open fetal surgery for myelomeningocele repair in France. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*, 2021;50:102155.
10. SANZ CORTES M, CHMAIT RH, LAPA DA *et al*. Experience of 300 cases of prenatal fetoscopic open spina bifida repair: report of the International Fetoscopic Neural Tube Defect Repair Consortium. *Am J Obstet Gynecol*, 2021;225:678.e1-678.e11.
11. PANG D, ZOVICKIAN J, OVIEDO A *et al*. Limited dorsal myeloschisis: a distinctive clinicopathological entity. *Neurosurgery*, 2010;67:1555-1580.
12. SHENOY SN, RAJA A. Spinal neurenteric cyst. Report of 4 cases and review of the literature. *Pediatr Neurosurg*, 2004;40:284-292.
13. DE SAINT-DENIS T, GAREL C, DI ROCCO F *et al*. MyeLDM, le trait d'union des dysraphismes. *Neurochirurgie*, 2018;64:229.
14. TUIE GF, THOMPSON DNP, AUSTIN PF *et al*. Evaluation and management of tethered cord syndrome in occult spinal dysraphism: Recommendations from the international children's continence society. *Neurourol Urodyn*, 2018;37:890-903.
15. USAMI K, LALLEMANT P, ROUJEAU T *et al*. Spinal lipoma of the filum terminale: review of 174 consecutive patients. *Childs Nerv Syst*, 2016;32:1265-1272.
16. PANG D, ZOVICKIAN J, WONG ST *et al*. Limited dorsal myeloschisis: a not-so-rare form of primary neurulation defect. *Childs Nerv Syst*, 2013;29:1459-1484.
17. ELTON S, OAKES WJ. Dermal sinus tracts of the spine. *Neurosurg Focus*, 2001;10:1-4.
18. PANG D, ZOVICKIAN J, OVIEDO A. Long-term outcome of total and near-total resection of spinal cord lipomas and radical reconstruction of the neural placode: part I-surgical technique. *Neurosurgery*, 2009;65:511-529.
19. KULKARNI AV, PIERRE-KAHN A, ZERAH M. Conservative management of asymptomatic spinal lipomas of the conus. *Neurosurgery*, 2004;54:868-875.
20. SERGEENKO PAVLOVA OM, SAVIN DM, RYABYKH SO. Treatment of spinal deformity with diastematomyelia type I: one-stage, two-stage surgery and new technique (vertebral column resection through wide bony septum). *Childs Nerv Syst*, 2021;38:163-172.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.