



Syndrome compartimental d'effort à l'avant-bras chez le motocycliste

P. Croutzet, E. Masméjean

Les syndromes chroniques de loge furent identifiés dans les années 70, d'abord à la jambe chez les coureurs puis à l'avant-bras plusieurs années plus tard dans certains sports.

Le syndrome chronique de loge à l'avant-bras se rencontre rarement chez le travailleur manuel et le sportif amateur. Il intéresse le plus souvent les sportifs de haut niveau avec une prépondérance chez les motocyclistes.

La physiologie est maintenant mieux comprise et a permis d'éclaircir l'étiologie de ce syndrome.

Le diagnostic repose surtout sur des arguments cliniques. Par ailleurs, des mesures dynamiques de pression tissulaire dans les loges musculaires sont aujourd'hui disponibles et permettent ainsi d'étayer le diagnostic et de guider le geste chirurgical sur les loges atteintes.

Le traitement comprend d'abord une adaptation de la préparation physique mais dans la majorité des cas le soulagement définitif ne pourra être obtenu qu'après traitement chirurgical par fasciotomie des loges de l'avant-bras.

Il y a encore peu de temps, la chirurgie à ciel ouvert était la chirurgie de référence. Aujourd'hui, l'utilisation de traitements moins agressifs permet une hospitalisation ambulatoire et une reprise plus rapide de l'entraînement.

Nous décrivons ici une technique mini-invasive de fasciotomie des 4 loges de l'avant-bras au couteau rétrograde, utilisé normalement pour la chirurgie du syndrome du canal car-

prien (KNIFELIGHT®), tenant compte de l'expérience du chirurgien référent de la Fédération Française de Motocyclisme (F.F.M.).

ANATOMIE

A l'avant-bras, 4 loges musculaires principales ont été décrites (fig. 1) [1, 2].

La loge latérale comprend :

- les muscles BrachioRadial (BR), Long Extenseur Radial du Carpe (ECRL) et Court Extenseur Radial du Carpe (ECRB).

La loge postérieure comprend :

- l'Extenseur Commun des Doigts (ED), l'Extenseur Ulnaire du Carpe (ECU), et l'Extenseur Propre du 5^e doigt (EDM).
- plus profondément à la loge postérieure, on retrouve le Long Abducteur du Pouce (APL), le Court Extenseur du Pouce (EPB), le Long Extenseur du Pouce (EPL), l'Extenseur Propre de l'Index (EI), et le muscle Court Supinateur (S).

La loge antérieure superficielle comprend [3, 4] :

- le Rond Pronateur (PT), le Long Palmaire (PL), le Fléchisseur Radial du Carpe (FCR), le Fléchisseur Superficiel des Doigts (FDS) et le Fléchisseur Ulnaire du Carpe (FCU).

La loge antérieure profonde comprend :

- le Fléchisseur Commun Profond des Doigts (FDP), le Long Fléchisseur du Pouce (FPL) et le Carré Pronateur (PQ) qui est considéré par certains auteurs comme possédant sa propre loge [3].



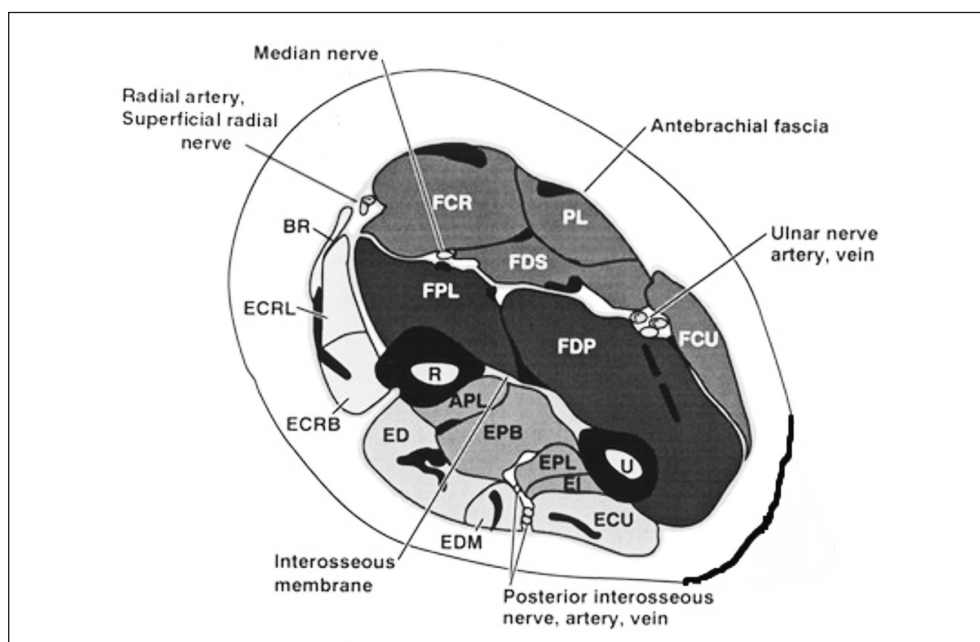


Fig. 1 : Schéma anatomique d'une coupe transversale du tiers moyen de l'avant-bras droit.
R: Radius ; **U:** Ulna. (Initiales dans le texte)

PHYSIOPATHOLOGIE

Le syndrome de loge se définit comme une augmentation excessive des pressions dans les loges par inadéquation entre le volume croissant du contenu de la loge et le fascia (contenant) inextensible (fig. 2) [5, 6].

- Trois questions principales persistent :
- Pourquoi et comment le volume du compartiment augmente ?
 - Pourquoi augmente-t-il de manière pathologique et excessive chez certaines personnes ?
 - Pourquoi le fascia reste-t-il inextensible ?

POURQUOI ET COMMENT LE VOLUME DU COMPARTIMENT AUGMENTE ?

Le volume musculaire augmente par augmentation du débit de perfusion artériel [7].

Un œdème interstitiel survient par un retard d'adaptation initial du drainage vei-

neux comparé à l'augmentation du flux artériel [8]. Dans des circonstances normales (non pathologiques), cet œdème musculaire initial se normalise en quelques minutes et les pressions redeviennent normales [9, 10].

POURQUOI AUGMENTE-IL DE MANIÈRE PATHOLOGIQUE ET EXCESSIVE CHEZ CERTAINES PERSONNES ?

Le principal argument reste l'hypertrophie musculaire du sportif [11]. Par ailleurs, le syndrome chronique de loge est fréquent dans certaines activités sportives (motocyclisme, planche à voile, formule 1) [12] mais pas dans d'autres. Tous ces sports concernés ont la particularité de contraindre les muscles antébrachiaux à une activité intense et prolongée, sans phase de relâchement. La plupart du temps le poignet est en hyperextension ce qui diminuerait d'autant le drainage veineux [13, 14].



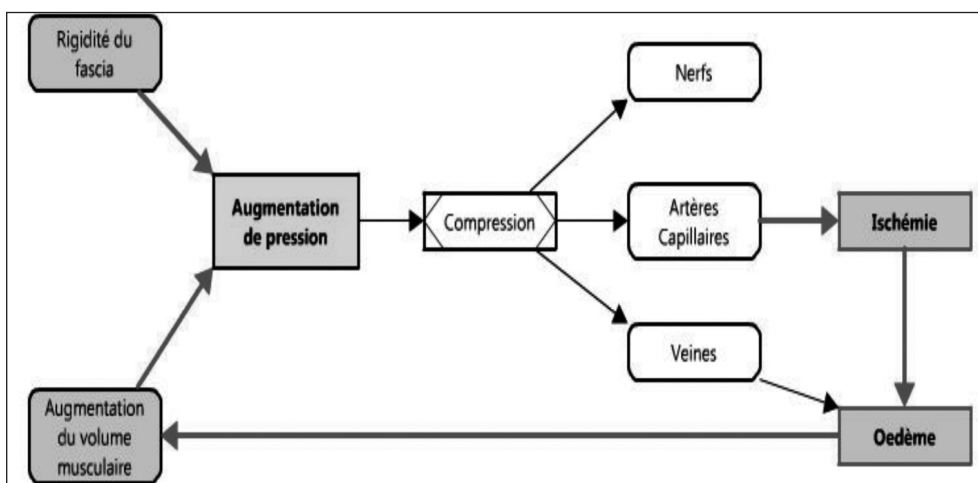


Fig. 2 : Etiopathogénie et cercle vicieux du syndrome de loge (d'après [17]).

POURQUOI LE FASCIA RESTE-T-IL INEXTENSIBLE ?

Des facteurs génétiques peuvent être suspectés : de la même manière que les anomalies du collagène peuvent être incriminées dans les laxités constitutionnelles, des anomalies du collagène pourraient participer à la rigidité du fascia. Cette idée est suggérée par plusieurs cas rapportés de syndrome chronique des loges des 4 membres et des descriptions familiales de syndrome chronique des loges [15].

Par ailleurs, un entraînement inadapté et répété participe sans doute à la rigidité du fascia, en particulier la musculation.

En outre, une diminution de la distribution des capillaires musculaires a été mise en évidence chez les patients victimes de syndrome chronique de loge. Ce déficit de microvascularisation pourrait expliquer un retard accru de vidange veineuse et augmenter ainsi l'œdème interstitiel et l'hyperpression tissulaire [16].

DIAGNOSTIC

Les premiers temps d'installation de la symptomatologie peuvent être frustrés avec des douleurs mal systématisées occasion-

nelles survenant pendant l'effort. Progressivement la gêne devient plus régulière, voire systématique.

DOULEUR À L'EFFORT : MAÎTRE SYMPTÔME

La douleur reste le maître symptôme. Dans les formes classiques, elle apparaît quelques minutes après le début de l'effort et cède après l'arrêt de celui-ci. Elle est le plus souvent antérieure mais peut également toucher toutes les loges. Des paresthésies des extrémités peuvent apparaître. La loge est ferme et indurée, les symptômes imposent au sportif d'arrêter l'exercice et la douleur disparaît, le plus souvent, dans les trente minutes après arrêt de l'effort [5].

Les symptômes peuvent rester constants ou s'aggraver avec le temps.

Certains patients peuvent également décrire des douleurs de serrage "en étau" et des crampes [11].

MESURE DE PRESSIONS DES LOGES À L'EFFORT

Le diagnostic peut être confirmé par des mesures dynamiques de pression dans les loges. La pression est alors mesurée par un



“STIC catheter” au repos, durant l’exercice et à l’arrêt de celui-ci [18]. Le résultat est considéré comme positif si la pression d’une loge à l’effort est supérieure à 30 mmHg. Le retard de normalisation des pressions après l’arrêt de l’effort est également un paramètre diagnostique d’importance [8, 10].

Les mesures peuvent être effectuées dans la loge antérieure superficielle, latérale ou postérieure. Celle-ci n’est pas classiquement réalisée dans la loge antérieure profonde. L’augmentation de pression dans l’une des 4 loges suffit à établir le diagnostic.

Au niveau de l’avant-bras, l’effort peut être reproduit grâce à des dispositifs de poignée de musculation (fig. 3).



Fig. 3 : Poignée de musculation permettant de reproduire l’effort pour reproduire les douleurs avant mesures dynamiques de pression tissulaire.

Les autres examens complémentaires ne sont habituellement pas utiles [8]. Néanmoins, chez le motard, les antécédents traumatiques sont fréquents et une radiographie simple du squelette antébrachiale retrouve régulièrement des stigmates d’anciennes fractures, associés ou non à du matériel d’ostéosynthèse.

TRAITEMENT CHIRURGICAL

Lorsque la symptomatologie est encore intermittente, des modifications de la préparation physique peuvent apporter un soulagement partiel.

Le plus souvent, le sportif consulte lorsque la symptomatologie est quotidienne et systématique empêchant le bon déroulement de l’entraînement sportif.

A ce stade, le traitement est chirurgical. Il repose sur une fasciotomie des loges concernées de l’avant-bras [19, 20].

La technique de référence a consisté pendant des années en une chirurgie à ciel ouvert permettant par de longues incisions de libérer les 4 loges de l’avant-bras, réalisant même parfois des fasciectomies (fig. 4) [19, 20].



Fig. 4 : Chirurgie à ciel ouvert de fasciectomie des 2 loges antérieures

Compte tenu des contraintes d’entraînements spécifiques aux sportifs, des techniques moins invasives ont été mises au point afin de permettre aux athlètes une reprise plus rapide de l’entraînement, mais aussi d’obtenir un résultat esthétique moins “délabrant”.

Une intervention mini-invasive a d’abord été décrite par Fontes, sous endoscopie afin de réaliser une fasciotomie de la loge antérieure superficielle et des loges latérales et postérieures [21]. Cette technique peut alors se dérouler en ambulatoire et permet une reprise précoce de l’entraînement.

Les inconvénients de l’arthroscopie sont constitués par l’impossibilité de libérer la loge antérieure profonde mais également par les contraintes liées aux matériels d’arthroscopie.

C’est la raison pour laquelle certains auteurs se sont orientés vers des techniques mini-invasives de fasciotomie profitant ainsi des avantages conjoints du “ciel ouvert” et du mini-invasif sans les contraintes inhérentes à la colonne d’arthroscopie : aucune installa-



tion spécifique, libération de toutes les loges, y compris la loge antérieure profonde, matériel simple et peu coûteux [22].

DESCRIPTION DU COUTEAU RÉTROGRADE ET PRINCIPES DE LA TECHNIQUE

Nous présentons ici la technique mini-invasive de fasciotomie des 4 loges de l'avant-bras au KNIFELIGHT® (fig. 5) décrite par le chirurgien référent de la Fédération Française de Motocyclisme [22] :

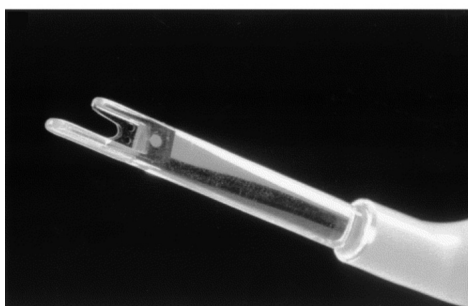
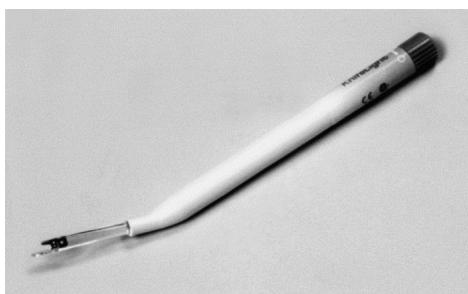


Fig. 5 : Couteau rétrograde KNIFELIGHT®

Cet instrument est constitué d'une lame de bistouri courbe protégée entre 2 spatules "mousse" possédant sa propre source lumineuse fonctionnant sur des batteries autonomes contenues dans le manche du couteau. Originellement, cet instrument a été développé pour la chirurgie du canal carpien mais il monte, dans cette technique, qu'il peut être utilisé avec succès dans d'autres indications [23].

La chirurgie se déroule en ambulatoire sous anesthésie générale (forme bilatérale) ou

sous anesthésie locorégionale, patient en décubitus dorsal, garrot pneumatique à la racine du membre.

Les 4 compartiments de l'avant-bras peuvent être ouverts : le muscle carré pronateur considéré par certains comme un compartiment autonome n'est pas libéré dans cette technique.

La chirurgie de fasciotomie des 4 loges se déroule par 2 voies d'abord : une "double" voie antérieure permettant de libérer le compartiment antérieur superficiel et profond et une voie "double" d'abord postéro-latérale permettant de libérer la loge latérale et la loge postérieure [22].

APONÉVROTOMIE MINI-INVASIVE ANTÉRIEURE

Concernant la voie d'abord antérieure, les repères anatomiques de surface sont constitués (fig. 6) par la ligne joignant l'épicondyle médial avec le point de croisement du long palmaire et du pli de flexion du poignet [21].



Fig. 6 : Repères anatomiques de surface de l'abord antérieur

Deux incisions longitudinales de 3 cm chacune sont alors réalisées sur cette ligne, une première incision proximale 7 cm sous l'épicondyle médial et une autre incision 7 cm plus distale que sa précédente.

Après incision cutanée, le fascia antébrachial est repéré puis les rameaux éventuels du nerf cutané médial de l'avant-bras sont



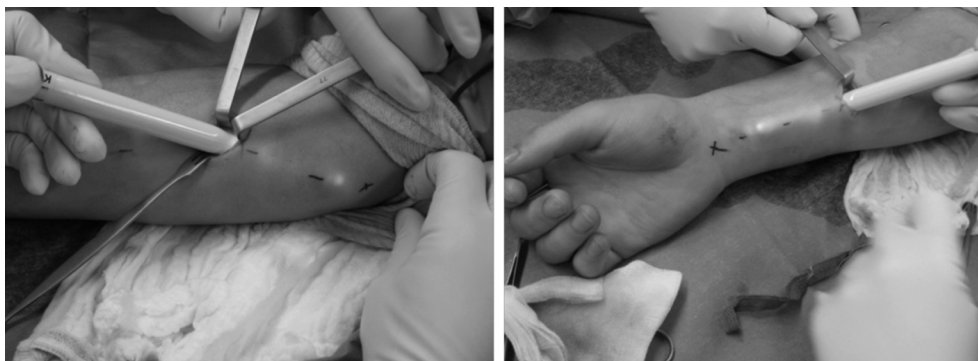


Fig. 7 : Section du fascia au couteau rétrograde

réclinés avec les veines superficielles qui sont respectées.

Une incision première du fascia antébrachial est réalisée au bistouri puis une dissection aux ciseaux mousse est réalisé au-dessus et en dessous du fascia de manière à pouvoir sectionner celui-ci en toute sécurité entre les 2 spatules du couteau rétrograde ; d'abord en proximal puis en distal (fig. 7).

La section est contrôlée dans le plan frontal par transillumination (fig. 8) et en profondeur grâce à la fenêtre cutanée réalisée par l'incision distale (fig. 9).

Dans un deuxième temps, au niveau de l'incision, on expose la loge antérieure profonde par deux écarteurs de Farabeuf. En



Fig. 9 : Contrôle de la section en profondeur grâce à la deuxième incision cutanée antérieure

effet, une dissection entre fléchisseur ulnaire du carpe et fléchisseur superficiel des doigts permet d'atteindre le fascia de la loge antérieure profonde qui recouvre le fléchisseur commun profond. Il n'existe pas forcément de fascia épais identifiable, mais il peut être, éventuellement également à travers la cicatrice antérieure, incisé d'abord au bistouri puis aux ciseaux quasiment sur toute sa longueur.

APONÉVROTOMIE MINI-INVASIVE POSTÉRIEURE ET LATÉRALE

Concernant la voie d'abord postérieure, les repères anatomiques de surface sont



Fig. 8 : Contrôle de la section dans le plan frontal par transillumination



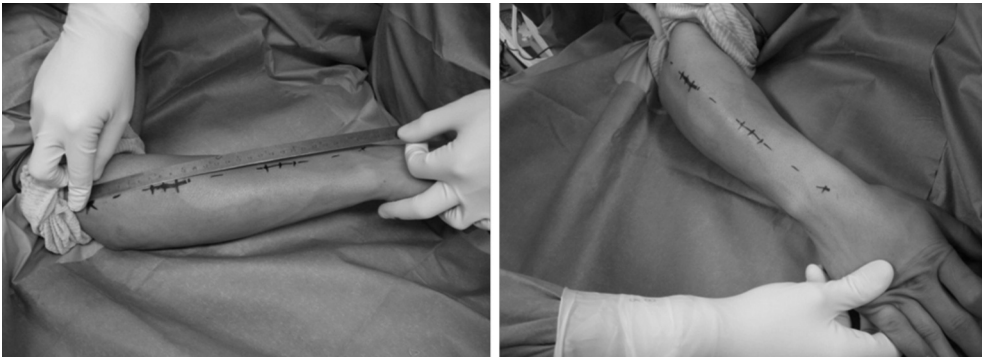


Fig. 10 : Repères anatomiques de surface de l'abord postérolatéral

représentés par la ligne qui joint l'épicondyle latéral au tubercule de Lister (fig. 10).

Deux incisions longitudinales de 3 cm chacune sont réalisées sur cette ligne, une première incision proximale 7 cm sous l'épicondyle latéral et une deuxième 7 cm plus distale que la première.

Après incision cutanée, le fascia antébrachial est repéré, les veines superficielles sont réclinées puis le septum séparant la loge latérale de la loge postérieure est repéré par transparence entre le Court Extenseur Radial du Carpe et l'Extenseur Commun des Doigts.

Une fois les fascias des 2 loges individualisés, ils sont tous les deux incisés au couteau rétrograde selon la même procédure que celle décrite pour la voie d'abord antérieure.

FERMETURE ET SUITES POST-OPÉRATOIRES

A la fin de l'intervention, le garrot est relâché, l'hémostase est faite, un drain de Redon est mis en place sur l'abord antérieur et sur l'abord postérieur. Une fermeture sous-cutanée puis cutanée au fil résorbable par surjet intradermique (MONOCRYL® 3-0) est alors réalisée, protégée par un pansement sec du coude au poignet. Les drains sont retirés le lendemain de l'intervention, les pansements sont refaits tous les 2 ou 3 jours et les points retirés après 2 semaines.

Les patients reprennent l'intégralité de leurs activités quotidiennes à 2 semaines puis recommencent progressivement leurs entraînements de manière à reprendre la compétition à partir de la troisième semaine postopératoire.

Les principales complications des techniques peu invasives décrites dans la littérature sont constituées par les lésions des éléments anatomiques sus-fasciaux (veines et nerfs superficiels) responsable d'hématomes ou de névromes [24, 25]. Le plus grand soin doit donc être apporté à la dissection et au repérage de ces structures anatomiques.

RÉSULTATS

Plus d'une vingtaine de cas ont été opérés par cette technique, tous motards professionnels dont 2 champions du monde. Ils furent tous très satisfaits de l'intervention jouissant d'une rémission complète des symptômes [22].

Ils purent tous reprendre l'entraînement dès la cicatrisation cutanée obtenue et la compétition dès la 4^e semaine postopératoire. Quatre-vingts pour cent des patients ont accru leurs niveaux après l'intervention.

Seules 2 complications sont à déplorer, une cicatrice hypertrophique inesthétique et un hématome postopératoire initial n'ayant pas nécessité de reprise chirurgicale.

Aucune récurrence n'a été observée avec un recul de plus de 3 ans.



CONCLUSION

Le syndrome chronique de loge à l'avant-bras est à suspecter systématiquement devant toute douleur antébrachiale d'effort chez le sportif de haut niveau. Il s'agit d'un diagnostic fréquent chez le motard professionnel.

Le diagnostic repose avant tout sur des arguments cliniques et peut être étayé par une mesure dynamique à l'effort des pressions tissulaires.

Le traitement repose sur la fasciotomie chirurgicale. La fasciotomie des 4 loges permet d'éviter au maximum un résultat incomplet.

Les techniques peu invasives qu'elles soient endoscopiques ou mini-invasives par couteau rétrograde sont aujourd'hui aussi efficaces qu'à ciel ouvert avec des avantages en terme de durée opératoire, de vitesse de récupération et de séquelles esthétiques.

RÉFÉRENCES

- [1] FROBER R, LINSS W. Anatomic basis of the forearm compartment syndrome. *Surg Radiol Anat.* 1994; 16: 341.
- [2] CHAN PS, STEINBERG DR, PEPE MD *et al.* The significance of the three volar spaces in forearm compartment syndrome: A clinical and cadaveric correlation. *J Hand Surg (Am)* 1998; 23: 1077.
- [3] SOTEREANOS DG, MCCARTHY DM, TOWERS JD, BRITTON CA, HERNDON JH. The pronator quadratus: A distinct forearm space? *J Hand Surg (Am)* 1995; 20: 496.
- [4] GRAY H. Anatomy of the Human Body, 20th Ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger, 1918.
- [5] MATSEN FA, WINQUIST RA, KRUGMIRE RB. Diagnosis and management of compartmental syndromes. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980; 62: 286.
- [6] BOTTE MJ, GELBERMAN RH. Acute compartment syndrome of the forearm. *Hand Clin* 1998; 14: 391.
- [7] CLAYTON JM, HAYES AC, BARNES RW. Tissue pressure and perfusion in the compartment syndrome. *J Surg Res* 1977; 22: 333-9.
- [8] RYDHOLM U, WERNER CO, OHLIN P. Intracompartmental forearm pressure during rest and exercise. *Clin Orthop* 1983; 175: 213-5.
- [9] STYF J, KRNER L. Intramuscular pressure and muscle blood flow during exercise in chronic compartment syndrome. *J Bone Joint Surg* 1987; 69B: 301-5.
- [10] LAZENNEC JY, BOUVAT E, SAILLANT G. Les explorations cliniques et complémentaires dans les syndromes d'ischémie musculaire d'effort. *J Traumatol du Sport* 1989; 6: 32-9.
- [11] DETMER DE, SHARPE K, SUFIT RL, GIRDLEY FM. Chronic compartment syndrome: diagnosis, management, and outcomes. *Am J Sports Med* 1985; 13: 162-70.
- [12] MASMEJEAN EH, CHAVANE H, CHANTEGRET A, ISSERMANN JJ, ALNOT JY. The wrist of the formula 1 driver. *Br J Sports Med* 1999; 33: 270-3.
- [13] ZANDI H, BELL S. Results of compartment decompression in chronic forearm compartment syndrome: six case presentations. *Br J Sports Med* 2005; 39:e35.
- [14] BORETTO J, DONNDORFF A, CHAMMAS M *et al.* Etude de la mobilité en extension du poignet en cas d'ulna minus: nouvelle approche physiopathologique de la maladie de Kienbock. *Rev Chir Orthop* 2006; 92(6): 239.
- [15] GARCIA-MATA S, HIDALGO-OVEJERO A, MARTINEZ-GRANDE M. Bilateral chronic exertional compartment syndrome of the forearm in two brothers. *Clin J Sport Med (United States)* 1999; 9(2): 91-2.
- [16] EDMUNDSSON D, TOOLANEN G, THORNELL LE, STÅL P. Evidence for low muscle capillary supply as a pathogenic factor in chronic compartment syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2009, oct 4.
- [17] FONTES D, CLEMENT R, ROURE P. Endoscopic aponeurotomy for chronic exertional compartmental syndrome of the forearm: report of 41 cases. *Chir Main* 2003; 22(4): 186-96.
- [18] McDERMOTT AG, MARBLE AE, YABSLEY RH, PHILLIPS MB. Monitoring dynamic anterior compartment pressures during exercise: a new technique using the STIC catheter. *Am J Sports Med* 1982; 10: 83-9.
- [19] GELBERMAN RH, ZAKAIB GS, MUBARAL SJ *et al.* Decompression of forearm compartment syndromes. *Clin Orthop Rel Res* 1978; 134: 225.
- [20] ROWLAND SA. Fasciotomy: The treatment of compartment syndrome. In : Green DP, Hotchkiss RN, and Pederson WC, eds. *Green's Operative Hand Surgery, 4th Ed.* New York: Churchill Livingstone, 1999: 689-710.
- [21] FONTES D. L'aponévrotomie endoscopique à l'avant-bras. *Chir Endoscopique* 1993; 2: 7-10.
- [22] CROUTZET P, CHASSAT R, MASMEJEAN EH. Mini-invasive surgery for chronic exertional compartment syndrome of the forearm: a new technique. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009 Sep; 13(3): 137-40.
- [23] WALLACH F, VERCOUTÈRE M, CHASSAT R, MASMEJEAN E. Libération du nerf médian au canal carpien par technique mini-invasive non endoscopique. In Fontaine C, Livernaux P, Masmajejan E, ed. Cours Européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la Main 2008. *Sauramps Medical, Montpellier, 2008: 339-44.*
- [24] HOWARD JL, MOHTADI NG, WILEY JP. Evaluation of outcomes in patients following surgical treatment of chronic exertional compartment syndrome in the leg. *Clin J Sport Med* 2000; 10(3): 176-84.
- [25] HUTCHINSON MR, BEDERKA B, KOPPLIN M. Anatomic structures at risk during minimal-incision endoscopically assisted fascial compartment releases in the leg. *Am J Sports Med* 2003; 31(5): 764-9.





STIMULATION DE LA CONSOLIDATION OSSEUSE

PHYSIO-STIM®

Stimulateur de la Consolidation Osseuse
par Champs Electromagnétiques Pulsés

01-105-AB-F1-A-12110

**Une alternative
à l'acte chirurgical
dans le traitement
des pseudarthroses**



***Pour assurer le suivi de votre prescription, nous aidons votre patient
à constituer son dossier de remboursement***

DISPOSITIF INSCRIT SUR LA LPP, CODE 1170193.
Traitement des pseudarthroses aseptiques, alignées ou faiblement désaxées, avec ou non présence de matériel d'ostéosynthèse
(absence de consolidation de fragments osseux au-delà d'une période de 6 mois), exclusion faite des vertèbres et de tous les os
plats, lorsque la distance interfragmentaire est inférieure à la moitié de la plus faible épaisseur de l'os.

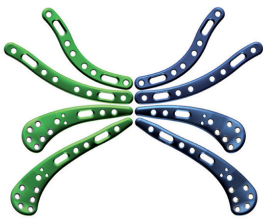


REMBOURSÉ
PAR LA SÉCURITÉ SOCIALE

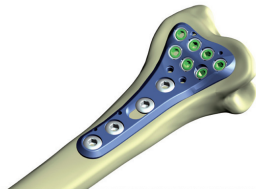
ORTHOFIX SA

1, Rue du Président Wilson
94250 Gentilly
Téléphone: 00 33 (0)1 41 98 33 33
Télécopie: 00 33 (0)1 41 98 33 44
www.orthofix.com


ORTHOFIX
Orthopedics International



Plaques de
clavicule
verrouillées
monoaxiales



Plaques radiales
verrouillées
polyaxiales



Plaques
humérales
verrouillées
polyaxiales



Minifixateur
de Pennig
polyvalent,
traumatologie
et allongement



Fractures
proximales et
diaphysaires
Clous Centronail
canulés, diamètre
7 - 8 et 9 mm



Fixateur de
coude,
mobilisation
précoce des
fractures-
luxations de
l'articulation du
coude



Fixateur RX
Fixateur de
poignet, radio
transparent,
stérile, prêt à
l'emploi

ORTHOFIX SA

1, Rue du Président Wilson
94250 Gentilly
Téléphone: 00 33 (0)1 41 98 33 33
Orthofix@orthofix.fr
www.orthofix.com