

LA CONNEXION BIOELECTRIQUE

Le **docteur Robert O. Becker**, orthopédiste américain, auteur des livres "**The Body Electric**" et "**Cross Currents**", publiés en 1985 et 1990, confronté à des fractures non consolidées, entreprend en 1958 une recherche sur le phénomène de la guérison des fractures afin de comprendre pourquoi certaines ne guérissent pas. On n'avait aucune idée à cette époque de ce qui pouvait stimuler la réparation de l'os.

Becker observa que **lorsqu'un os se casse**, les cellules du périoste se divisent d'une façon particulière. L'une des cellules filles demeure sur place et l'autre migre dans le caillot sanguin qui entoure le trait de fracture. Cette cellule se transforme en ostéoblaste et forme le cal osseux autour du trait de fracture. Parallèlement, au niveau de la moelle osseuse, les cellules jeunes de la moelle se transforment en cellules cartilagineuses puis en cellules osseuses, aidant la fracture à se réparer de l'intérieur.

Les fractures qui ne guérissent pas manquent de quelque chose, mais **de quoi?** Lorenzo Spallanzani, un prêtre Italien, passionné par la biologie, a démontré en 1768, la capacité de régénération de la salamandre chez qui un membre perdu repousse en huit semaines. La capacité de régénération diminue avec l'évolution des êtres vivants, la salamandre étant une des rares exceptions. En 1954, Thornton avait démontré que la jonction neuro-épithéliale était essentielle à la formation du blastème pour que la réparation s'en suive. Marcus Singer à l'école de médecine de Harvard, dans les années 1945 à 1955, a démontré que les nerfs n'étaient nécessaires que pour les premières semaines, jusqu'à la formation complète du blastème, après quoi sa section n'interférait pas avec le processus de régénération. La régénération se poursuit en autant que la proportion de fibres nerveuses soit égale à 30% de la masse des tissus. Cette observation a permis d'imaginer pourquoi les êtres vivants ont perdu leur capacité de régénération avec l'évolution, la masse de tissus nerveux, toute proportion gardée demeurant la même, se déplaçant vers la tête.

Becker se pose les questions suivantes: comment cette information de membre perdu se transmet-elle? Qu'est-ce qui stimule la formation du blastème? "**What trigger it?**" "**What traffic cross it?**"

Malgré une augmentation de la sécrétion d'acétylcholine par les nerfs lors d'une blessure, la réponse ne vient pas de ce fait. Les travaux faits antérieurement par plusieurs chercheurs dont Rose, Polezhaev, Singer, Sinyukhin et Zhirmunskii décrivaient un **courant de lésion essentiel à la guérison**. Mais personne n'avait fait de mesures tout au long du processus de régénération. Becker entreprit de mesurer les voltages chez la salamandre et la grenouille. Chez l'animal intact il mesure un voltage de -10 millivolts aux extrémités des membres et de la queue. Le voltage est + au niveau du cerveau et de la moelle épinière à la jonction des membres supérieurs et inférieurs. Le lendemain de l'amputation d'un membre chez la salamandre, le voltage au niveau du membre sectionné s'élève à +20 millivolts puis s'abaisse à -30 millivolts entre le 6e et 10e jour, au moment de l'émergence du blastème, pour revenir graduellement à la ligne de base, soit -10 millivolts au terme de la guérison. Chez la grenouille, le voltage s'élève aussi à + 20 millivolts le lendemain de la section du membre mais revient graduellement au voltage de base sans préalablement s'abaisser à -30 millivolts. La grenouille ne régénère pas le membre perdu.

Suite à ses travaux en 1941, le docteur Szent-Gyorgyi, dans un écrit de 1960 intitulé "Introduction à la biologie submoléculaire", expose un nouveau concept de transmission électrique. Il démontra que la structure moléculaire des cellules est assez régulière pour supporter la semi conduction. La semi conduction est la propriété de matériaux spécifiques qui ont une structure cristalloïde. Les courants dans les semi-conducteurs sont toujours très faibles et un très faible voltage est nécessaire pour établir un courant. (Une conduction ionique n'explique pas ce comportement).

Les électrons peuvent circuler dans un courant de semi conduction sur de longues distances sans perdre d'énergie. La semi conduction est la troisième et plus récente manière découverte de conduction électrique. C'est un courant produit par un mouvement d'électrons ou de trous (absence d'électrons) dans un matériel solide. Le premier type de conduction découverte fut la conduction métallique qui se fait par le déplacement d'électrons dans un fil; la deuxième, la conduction ionique qui se fait par les mouvements d'ions dans une solution d'électrolytes.

Avec la suggestion de Szent-Gyorgyi en tête, Becker imagine un **système nerveux primitif, analogique**, en relation étroite avec les nerfs mais pas nécessairement localisé à l'intérieur des fibres nerveuses, **utilisant la semi conduction pour le transport d'un courant direct (DC)**, soit par lui-même ou en relation avec l'influx nerveux, **qui régularise la croissance, la guérison** et peut-être d'autres processus.

Ses travaux confirment son hypothèse. **Becker venait de découvrir un deuxième système nerveux plus primitif**, étant apparu plus précocement dans l'évolution que le système nerveux déjà connu et plus sophistiqué, composé du couple cerveau nerfs et d'origine plus récente. Il décrit le premier comme un système **analogique**, lent et le second comme un système **digital**, rapide. Le support anatomique du système nerveux primitif, analogique, est composé des cellules qui entourent les cellules nerveuses et les nerfs, les **cellules gliales** au cerveau et les **cellules de Schwann** autour des nerfs. La transmission du courant électrique dans ce système nerveux primitif se fait par semi conduction

L'homme, comme tous les animaux qui ont développé un système nerveux, a aussi un système nerveux primitif, analogique, utilisant la semi conduction **Ce système nerveux contrôle la croissance et la guérison, régularise le niveau d'activité du cerveau et produit les cycles biologiques vitaux sous l'influence de l'environnement terrestre naturel**. Chez l'homme, un **courant de lésion apparaît au moment d'une fracture**, ce courant est le **signal responsable du processus de régénération**, il persiste durant toute la période de guérison et devient nul en fin de guérison. Lorsque ce courant de lésion fait défaut, la fracture ne guérit pas. Ce courant de lésion s'épuise si la distance entre les deux extrémités de la fracture est trop grande, la chirurgie recrée ce courant lors du réalignement et la guérison peut se faire. Il démontre de plus que **lorsque ce courant de lésion fait défaut, on peut stimuler la guérison par un courant externe**. Son expérimentation chez l'homme a prouvé que la polarité du courant nécessaire pour stimuler la guérison des fractures non consolidées était similaire à celle de la salamandre. Pour régénérer un membre elle doit être négative.

C'est avec l'aide du docteur Andrew Basset de l'université Columbia USA dans les années 1960, que Becker mena à bien la régénération osseuse, les cellules de la moelle osseuse se différenciant pour donner des cellules osseuses, le ARN de ces cellules se modifiant. Les premiers fruits de la **médecine énergétique** étaient obtenus.

En 1970, les docteurs Zachary Burt Fridenberg et Carl Brighton de l'université de Pennsylvanie ont rapporté le premier cas de guérison d'une fracture non consolidée par **stimulation électrique**. En 1972, Becker réussit le même exploit chez un patient ayant une fracture non consolidée infectée, au niveau de la cuisse droite suite à un accident d'automobile survenu deux ans auparavant. Une semaine après l'implantation d'électrodes, la plaie était stérile, six semaines plus tard la fracture ne bougeait plus et après douze semaines on lui enlevait son plâtre.

Les stimulateurs électromagnétiques.

En 1982, les docteurs **Andrew Bassett et Arthur Pilla** du laboratoire de recherche en orthopédie du centre médical Columbia Presbytérien de New York mettent au point un **stimulateur électromagnétique** à partir du courant alternatif modulé en salves d'impulsions et qui a été approuvé par la Food & Drug Administration américaine pour stimuler la consolidation des fractures non consolidées.

Les stimulateurs électromagnétiques induisent dans les tissus des courants électriques. Ces courants induits semblent agir comme des cordes vocales et **permettent d'interagir** avec le noyau cellulaire **via la membrane cellulaire**, un peu comme les ondes sonores communiquent avec le cerveau par l'intermédiaire de l'oreille. Les courants électriques et les champs magnétiques affectent la membrane cellulaire en modifiant leur sélection des ions à absorber, à rejeter ou à expulser. Ils régularisent l'activité de toutes les cellules. C'est une **technologie non envahissante** comparativement à celle qui fait appel à l'implantation d'électrodes au site de la fracture.

Le défi majeur de la recherche fondamentale sur l'activité biologique des stimulateurs électromagnétiques d'extra basse fréquence a été d'élucider les mécanismes par lesquels l'exposition des tissus à de très faibles champs, produit des effets biologiques reproductibles. La recherche fondamentale actuelle a bien démontré que la **membrane cellulaire** était le site d'action des CEM d'EBF. La membrane cellulaire joue un rôle prédominant dans la reconnaissance des faibles signaux électriques induits par les champs magnétiques d'extra basse fréquence dans les tissus. Ces courants altèrent le transport d'ions et modifient l'état électrostatique des protéines membranaires influençant secondairement les messagers cytoplasmiques qui régularisent la synthèse des macromolécules et contrôlent la croissance et le fonctionnement cellulaire. Bien que le mécanisme moléculaire par lequel les modifications électrochimiques induites à la surface de la cellule par ce mini courant soit encore inconnu, des effets se produisent et la biochimie, la physiologie et le développement de la cellule s'en trouvent modifiés.

L'état d'équilibre de la cellule est la clé de l'interaction de la cellule et des champs électromagnétiques d'extra basse fréquence. Plusieurs auteurs ont observé que l'action des CEM d'EBF sur les systèmes biologiques survenait ou était optimisée seulement lorsque les systèmes biologiques étaient en état de déséquilibre. L'hypothèse de la formation ou de l'activation de canaux d'urgence spécialisés au niveau de la cellule, lorsque survient un état de déséquilibre, doit être envisagée. Pendant que ces canaux spéciaux sont activés, la cellule serait particulièrement sensible aux signaux des CEM d'EBF, ce qui favoriserait les échanges ioniques à l'intérieur ou à l'extérieur de la cellule et le retour à un état d'équilibre. Lorsque les systèmes biologiques atteignent l'état d'équilibre, les CEM d'EBF n'auraient plus d'effets mesurables, selon des observations faites chez le lapin.

Applications médicales des CEMP d'EBF

Le docteur Carl T. Brighton, orthopédiste et professeur à l'école de médecine de l'Université de Pennsylvanie, qui a présidé le colloque du 10^{ème} anniversaire de fondation de la Bioelectrical Repair and Growth Society en 1990, a fait état des applications cliniques des CEMP en orthopédie. La stimulation des **fractures non consolidées** est l'indication première et par excellence des CEMP avec un succès global de 75%, le tibia répondant à 80-85%, l'humérus à 42%.

Dans le cas des **fractures qui tardent à se consolider**, consolidation non complétée après 4 à 6 mois, les CEMP peuvent aussi stimuler leur consolidation. Pour les **fractures à risques**: fracture ouverte ou segmentaire, fracture au tibia distal, fracture du scaphoïde, fracture accompagnée de lésions importantes des tissus mous ou d'une lésion vasculaire ou d'une infection, la stimulation bioélectrique peut être utile. Pour les fractures ordinaires les CEMP accélèrent la consolidation et le temps d'immobilisation en est d'autant raccourci, ce qui permet un retour au travail plus précoce et une diminution des effets d'une immobilisation prolongée.

Les CEMP permettent de fixer les **implants non ou mal soudés** suite à une arthroplastie de la hanche.

Lors du 1^{er} congrès mondial sur l'électricité et le magnétisme en biologie et en médecine, tenu en juin 1992 à Orlando USA, plusieurs études démontrèrent l'utilité des CEM d'EBF pour d'autres problèmes.

Dans une étude prospective avec groupe contrôle, G.I. Mammi et R. Rocchi de l'hôpital C. Magati et M. Di Silvestre de l'institut orthopédique Rizzoli en Italie ont démontré l'effet positif des CEMP pour stimuler la **fusion spinale** suite à une arthrodèse postéro latérale lombosacrée. Ils avaient préalablement démontré par une étude à double insu, l'utilité des CEMP utilisé après une **ostéotomie** pour valgus tibial.

M.Bagnacani, G. Borsalino et F. Fornaciari du centre orthopédique Ospedale Civile d'Italie lors d'une étude à double insu ont démontré l'arrêt de progression et dans certains cas une régression de **l'ostéonécrose avasculaire de la hanche** aux stades précoces de la maladie, Ficat I, Ficat II. Ils concluent leur étude par cette phrase: "Nous pensons que la stimulation par les CEMP devrait toujours être préféré pour le traitement des premiers stades Ficat. Cette thérapie est extrêmement importante considérant que l'introduction récente de l'imagerie par résonance magnétique permet un diagnostic de la nécrose avasculaire de la hanche au stade Ficat 0 pour lequel le traitement chirurgical est pour le moins controversé".

T.W. Bilotta, A. Zati, A. Mignani, G. Mari, O. Davoli et E. Zucchini de l'institut orthopédique Rizzoli en Italie ont démontré par une étude à double insu, l'effet positif des CEMP d'EBF en association avec la calcitonine en vaporisation nasale pour le traitement de **l'ostéoporose** de la ménopause. On obtient une augmentation plus importante de la masse osseuse qu'avec la calcitonine seule qui agit comme un agent inhibiteur de la résorption osseuse, les CEMP stimulant la calcification osseuse.

La recherche médicale

C.A.L. Basset de l'université Columbia, New York reporte des bénéfices médicaux non seulement pour le système osseux mais aussi pour les tissus mous. Les CEMP stimulent la régénération de lésions importantes des nerfs, diminuent la nécrose des lambeaux de peau et l'étendue de l'infarctus du myocarde chez l'animal.

J.M.Kerns, F.E. Levy, A.J. Fakhouri et J.A. Gramm du centre médical Rush Presbytérien St Luc de Chicago n'ont pas observé de résultat valable avec l'utilisation de champs électriques DC utilisés pour stimuler la régénération nerveuse. Par contre M. Kanje et A. Rusovan de l'université Tund en Suède ont stimulé la **régénération du nerf** sciatique chez le rat en les exposant à un CEMP. Betty F. Sisken de l'université du Kentucky avait obtenu les mêmes résultats et nota même qu'un prétraitement avant une lésion, sans stimulation ultérieure, améliorait le rythme de régénération du nerf.

V. Ottani et plusieurs de ses collègues en Italie, ont démontré l'influence positive des CEMP sur les tissus mous et en particulier sur les **plaies** en augmentant le rythme de production du collagène sans affecter la qualité de la guérison. Ils ont aussi constaté un effet positif sur la guérison des blessures au **foie** et à la **rate**.

A. Albertini, G. Noera et A. Pierangeli de l'université de Bologne, P. Zucchini, K. Wood et R. Cadossi de l'université de Modena en Italie, ont démontré l'effet des CEMP sur l'ischémie du myocarde provoqué chez le rat par la ligature d'une artère coronaire. L'étendue de **l'infarctus du myocarde** est de 20% moins étendu chez les rats exposés aux CEMP, suite à la ligature.

G. Grant et G. Steinberg du centre médical universitaire Stanford de Californie, R. Cadossi de Modena en Italie, ont constaté l'effet positif des CEMP utilisés dans **l'ischémie cérébral localisé**. L'utilisation précoce des CEMP lors d'un ACV concoure à diminuer les dommages aux cellules cérébrales en diminuant d'une façon importante (65%) l'oedème cérébral.

R.P. Liburdy, D.E. Callahan et J.D. Harland du laboratoire Lawrence Berkeley de Californie ont démontré que les champs magnétiques stimulent l'augmentation de la libération d'anticorps par les lymphocytes du sang circulant chez l'homme. Les lymphocytes T répondent à la stimulation des champs magnétiques en libérant significativement plus **d'anticorps anti-CD3**.

R. Santini de l'institut National des Sciences Appliquées en France a étudié l'effet des CEMP d'EBF sur la motilité du tractus digestif. Il a démontré que les CEMP d'EBF pouvaient interagir avec des **substances pharmacologiques**. Utilisés seuls les CEMP n'ont pas d'effets significatifs sur la motilité du tractus digestif, mais utilisés durant 20 minutes suite à l'administration d'atropine, l'inhibition du temps de transit intestinal augmente. Les CEMP stimulent non seulement la circulation mésentérique mais aussi les récepteurs muscariniques. Il termine son article en disant qu'on doit prendre en considération l'utilisation des CEMP chez les personnes qui prennent des médicaments.

Conclusion

La médecine s'est enrichie d'une nouvelle technologie. Les CEMP d'EBF sont utilisés pour stimuler la guérison des **fractures non consolidées** ou **qui tarde à se consolider**, pour stimuler la **fusion spinale**, pour arrêter l'évolution des stades I et II de la **nécrose avasculaire de la hanche**, pour favoriser la recalcification osseuse dans **l'ostéoporose** lorsque utilisés en association avec la calcitonine.

Ces CEMP d'EBF stimulent aussi la **régénération des tissus mous** : **plaies, nerfs périphériques, tendons, muscles**.

La recherche a démontré qu'ils activent de plus le **système immunitaire** et peuvent augmenter l'efficacité de certaines **substances pharmacologiques**.

Les CEMP d'EBF utilisés chez l'homme ont démontré une **stimulation biologique** bienfaisante **sans affecter les tissus sains**.

La recherche se poursuit et il n'est pas utopique de penser qu'un jour, toutes les spécialités médicales bénéficieront de cette nouvelle technologie.

References

1- **Robert O. Becker, M.D. and Gary Selden: The body electric: electromagnetism and the foundation of life, 1985.**

2- **Robert O. Becker, M.D.: Cross Currents: The perils of electropollution, The promise of electromedicine, 1990.**

3- **Carl T. Brighton, M.D., Ph.D. and Solomon R. Pollack, Ph.D.: Electromagnetics in medicine and biology, 1991.**

4- **Martin Blank, Ph.D.: Electricity and magnetism in biology and medicine, 1993.**

5- **Ferdinando Bersani, Ph.D.: Electricity and magnetism in biology and medicine, 1999.**

"Electromagnetics in medicine and biology" 1991, a été publié suite au congrès tenu à Philadelphie en 1990 pour souligner le 10ème anniversaire de la fondation "Bioelectrical Repair and Growth Society".

"Electricity and magnetism in biology and medicine" 1993, rapporte les présentations faites au Premier congrès mondial sur l'électricité et le magnétisme en biologie et en médecine, congrès tenu à Orlando, Etats Unis, en 1992.

"Electricity and magnetism in biology and medicine" 1999, rapporte les présentations faites au Deuxième congrès mondial sur l'électricité et le magnétisme en biologie et en médecine, congrès tenu à Bologne, Italie, en 1997.