

NASA/TP-2003-212054



# PHYSIOLOGICAL AND MOLECULAR GENETIC EFFECTS OF TIME-VARYING ELECTROMAGNETIC FIELDS ON HUMAN NEURONAL CELLS

*Thomas J. Goodwin, PH.D.  
Lyndon B. Johnson Space Center  
Houston, Texas*

National Aeronautics and  
Space Administration

Johnson Space Center  
Houston, Texas 77058-3696

---

September 2003

# **NASA 4-year collaborative study on the efficacy of electromagnetic fields to stimulate growth and repair in mammalian tissues NASA/TP-2003-212054\***

## ***CHIEF INVESTIGATORS:***

Robert Dennis Ph.D. - University of Michigan

Thomas J Goodwin Ph.D. Lynden B Johnson Space Center

## ***PURPOSE:***

This four year study used human donors "to define the most effective electromagnetic fields for enhancing growth and repair in mammalian tissues."

To utilize "nerve tissue which has been refractory to efforts to stimulate growth or enhance its repair regardless of the energy used." (all other tissues have demonstrated growth and repair stimulation with appropriate PEMF)

To define a PEMF technology that would "duplicate mature, three dimensional morphology between neuronal cells and feeder (glial) cells, which has not been previously accomplished."

## ***RESULTS:***

The PEMF used in the study "caused accelerated growth rate and better organized morphology over controls", and resulted in "greater cell viability" (85% vs. 65%).

In the gene discovery array (chip technology that surveyed 10,000 human genes), the investigators found up-regulation of 150 genes associated with growth and cell restoration. T. Goodwin (personal communication) "PEMF shut down each dysregulatory gene we studied".

## ***NASA's CONCLUSION:***

"The up-regulation of these genes is in no manner marginal (1.7-8.4 logs) with gene sites for collagen production and growth the most actively stimulated."

"We have clearly demonstrated the bioelectric/biochemical potentiation of nerve stimulation and restoration in humans as a documented reality".

"The most effective electromagnetic field for repair of trauma was square wave with a rapid rate of change (dB/dt) which saw cell growth increased up to 4.0 times."

They further noted that "slowly varying (millisecond pulse, sine wave) or non varying DC (CW lasers, magnets) had little to no effect."

Final Recommendation: "One may use square wave EM fields with rapid rate of change for":

- repairing traumatized tissues
- moderating some neurodegenerative diseases
- developing tissues for transplantation

\*the first study to clarify technologies and efficacy parameters for tissue growth and restoration

For brevity we reduced the 33 page technical paper to the above summary which we feel represents the essence of that communication. For those who wish to review the molecular and genetic portion of the report click on the following:"

<http://ston.jsc.nasa.gov/collections/TRS/techrep/TP-2003-212054.pdf>

**Étude d'une durée de 4 ans de la NASA sur l'efficacité des Champs ÉlectroMagnétiques (CEM) pour stimuler la croissance et la régénération des tissus des mammifères NASA/TP-2003-212054\***

**CHERCHEURS Responsables :**

**Robert Dennis Ph.D. – Université du Michigan**

**Thomas J Goodwin Ph.D. Centre Spatial Lyndon B Johnson**

**OBJECTIF:**

**Cette étude de quatre ans a utilisé des cellules humaines pour « établir les Champs ÉlectroMagnétiques (CEM) les plus efficaces pour stimuler la croissance et la régénération de tissus de mammifères »**

**En utilisant « des cellules nerveuses qui ont été réfractaires à tous les efforts pour stimuler leur croissance ou leur régénération sans tenir compte de l'énergie utilisée. » (Tous les autres tissus ont démontré une stimulation de leur croissance et de leur régénération avec des CEMP appropriés)**

**Pour définir les caractéristiques du CEMP qui « pourrait reproduire une morphologie mature et en trois dimensions entre les cellules nerveuses et les cellules nourricières (gliales), ce qui n'a jamais été accompli auparavant. »**

**RÉSULTATS :**

**Les CEMP utilisés dans l'étude « ont produit une accélération du taux de croissance et une meilleure organisation de leur morphologie versus les contrôles », ceci a eu comme résultat une « plus grande viabilité des cellules » (85% vs 65%).**

**En se référant au décryptage du génome (technologie qui a passé en revue 10 000 gènes humains), les chercheurs ont constaté une régulation positive de 150 gènes associés à la croissance et à la régénération des cellules. T. Goodwin mentionne (dans une communication personnelle) que: « Les CEMP ont régularisé l'activité de chacun des gènes déréglés que nous avons étudiés. »**

**CONCLUSION DE LA NASA :**

**« La régulation positive de ces gènes n'est surtout pas marginale (1.7 – 8.4 segments), la plus grande stimulation positive se produisant sur les sites responsables de la production du collagène et de la croissance.»**

**« Nous avons clairement démontré le potentiel bioélectrique/biochimique de la stimulation des cellules nerveuses et de leur régénération chez les humains comme une réalité bien documentée. »**

**« Le Champ ÉlectroMagnétique le plus efficace pour la réparation d'un traumatisme s'est avéré être une onde carrée Pulsée avec un changement de rythme rapide (dB/dt), ce qui a entraîné jusqu'à 4.0 fois plus l'augmentation de la croissance cellulaire ».**

**Les chercheurs ont aussi constaté qu' « un changement lent du rythme (pulsion aux millisecondes, onde sinusoïdale) ou les Courants Directs sans variation (lasers CW, aimants) n'avaient que peu ou pas d'effet. »**

**Recommandation finale : « On peut utiliser les CEM à onde carrée Pulsée à rythme rapide pour » :**

- Réparer (régénérer) les tissus traumatisés**
- Ralentir certaines maladies neurodégénératives**
- Développer des tissus pour la transplantation**

**\*Cette étude est la première à clarifier les technologies et les paramètres d'efficacité pour la croissance et la régénération des tissus.**

**Le résumé ci-dessus représente selon nous l'essence du rapport détaillé de recherche de 33 pages. Pour ceux qui désirent consulter la portion moléculaire et génétique du rapport, allez au lien suivant :**

**<http://ston.jsc.nasa.gov/collections/TRS/techrep/TP-2003-212054.pdf>**