

MODELLI DI DOSIMETRIA NUMERICA PER IPERTERMIA ED ESPOSIZIONE DEL CORPO UMANO AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

C. Buccella^(*) V. de Santis^(*) M. Feliziani^(*) F. Maradei^(*)

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione - Università dell'Aquila, L'Aquila

Modelli numerici innovativi sono stati proposti per studiare la distribuzione del SAR e l'incremento di temperatura in tessuti biologici. Il modello continuo della trasmissione del calore in tessuti biologici si basa sul modello di Pennes sviluppato negli anni '50 e noto come Pennes bioheat equation (BHE). Essenzialmente, alla classica trasmissione di calore mediante conduzione sono inseriti dei termini aggiuntivi responsabili della produzione di calore a seguito del *rate* metabolico, della dissipazione di potenza generata da sorgenti elettromagnetiche (specific absorption rate - SAR) e del riscaldamento (o raffreddamento) prodotto dalla circolazione del sangue. Quest'ultima, infatti, forza la temperatura locale del tessuto perfuso alla temperatura del sangue, supposta costante e pari a 37 °C, mediante un coefficiente diverso da tessuto a tessuto. Il modello Pennes BHE è stato applicato per studiare l'occhio umano mediante il metodo delle differenze finite utilizzando un nuovo modello CAD che ha permesso di analizzare l'occhio con un altissima definizione.

Sono poi stati proposti modelli innovativi per superare il limite più grande della BHE che consiste nell'incapacità di poter modellare forti disomogeneità locali di temperatura dovute a scambi di calore tra i vasi sanguigni (arterie o vene) ed il tessuto circostante. A tal fine sono stati recentemente proposti alcuni modelli numerici in grado di considerare lo scambio di calore tra i tessuti ed i vasi sanguigni più significativi in maniera discreta. Per semplificare lo studio di un sistema complesso come quello di un essere vivente, la soluzione della trasmissione del calore per conduzione e per convezione è stata modellata mediante due distinti sistemi di equazioni rappresentanti rispettivamente il problema della convezione all'interno di un vaso sanguigno ed il problema della conduzione nei tessuti. I due sistemi sono poi risolti sia separatamente, anche se in maniera combinata rispetto alla variabile tempo, sia congiuntamente con metodi numerici basati sul metodo degli elementi finiti e delle differenze finite.

Bibliografia

- [1] C. Buccella, V. De Santis and, M. Feliziani, "Investigation of temperature increase in human eyes due to different RF sources", Bioelectromagnetics Society (BEMS) Annual Meeting June 11-15, 2006, Cancun, Mexico. **Award for the Second Best Student Paper.**
- [2] C. Buccella, V. De Santis, M. Feliziani, "Thermal Elevation in Human Eye due to Walkie-Talkie Source", ACES 2007, 23th International Conference in Applied Computational Electromagnetics March 19 – 23, 2007, Verona, Italy. (invited paper)
- [3] C. Buccella, V. De Santis, M. Feliziani, "Numerical Prediction of SAR and Thermal Elevation in a 0.25-mm 3-D Model of the Human Eye", 2007 IEEE International Symposium on EMC, 8-13 July 2007, Hawaii, USA. **Award for the Best Student Paper.**
- [4] C. Buccella, V. De Santis and M. Feliziani, "Prediction of temperature increase in human eyes due to RF sources," IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, vol. 49, pp. 1-9, Nov. 2007.
- [5] V. De Santis and M. Feliziani, "EMF exposure: a numerical model to predict the temperature increase in biological vascularized tissues," Microwave and Radioelectronics Week 2008, 23-25 April 2008, Praha, Czech Republic.
- [6] V. De Santis, M. Feliziani and F. Maradei, "Finite element analysis of temperature increase in vascularized biological tissues exposed to RF sources," IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation CEFC, May 11-15, 2008, Athens, Greece.
- [7] V. De Santis, G. Bit-Babik and M. Feliziani, "3-D thermal model of vascularized tissues for hyperthermia treatment," 29th URSI General Assembly, 7-16 August 2008, Chicago, USA. (invited paper)
- [8] V. De Santis and M. Feliziani, "Effects of thermoregulatory mechanisms on the eye thermal elevation produced by intense RF exposures," 2008 IEEE International Symposium on EMC, 18-21 August 2008, Detroit, USA.
- [9] V. De Santis, M. Feliziani and F. Maradei, "Hybrid Finite Element/Finite Difference (FE/FD) Model to Analyze Thermal Transients in Biological Vascularized Tissues", to be published on *Compel*.