



ORIGINAL

Efectos de la transferencia eléctrica capacitiva en el tejido dérmico y adiposo[☆]

O.A. Ronzio^{a,b,*}, P. Froes-Meyer^c, T. de Medeiros^d y J. De Rezende Brasil Gurjão^d

^aLicenciado en Terapia Física, Profesor Titular de Agentes Físicos Aplicados y Coordinador Área de Investigación en Kinesiología y Fisiatría, Universidad Maimónides, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

^bDocente Agentes de Terapia Física, Universidad del Salvador, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

^cDra. em Ciências da Saúde UFRN, Mestre em Ciências da Saúde, Fisioterapeuta, Docente em Fisioterapia Universidad Potiguar, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

^dFisioterapeuta graduada Universidad Potiguar, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Recibido el 28 de septiembre de 2007; aceptado el 29 de julio de 2008

PALABRAS CLAVE

Diatermia;
Ondas de alta frecuencia;
Hipertermia;
Dermis;
Colágeno;
Tejido conectivo;
Adipocitos;
Tejido subcutáneo;
Modalidad;
Terapia física

Resumen

Objetivos: La transferencia eléctrica capacitiva (TEC) es una nueva modalidad, usada por los fisioterapeutas en ortopedia y estética, que causa un calentamiento profundo mediante una radiofrecuencia de 0,55 MHz.

El propósito de este estudio es analizar los efectos de la TEC en los adipocitos de la dermis y la hipodermis, como así también los cambios en el tejido conjuntivo.

Material y métodos: Seis conejos de la especie *Oryctolagus cuniculus*, familia *Leporidae*, tipo albinos, fueron divididos en dos grupos. El primero (n = 4) recibió 6 min de TEC en un área de 38 cm². El procedimiento fue repetido 8 veces. El otro (n = 2) recibió terapia con placebo. Al final de la metodología, los conejos fueron sacrificados y se retiraron 3 muestras de cada animal que fueron empleadas para contar las células adiposas y analizar los cambios del tejido conjuntivo.

Resultados: La diferencia entre el grupo control y el tratado en el conteo de células adiposas en la dermis fue significativa (p = 0,0135) y muy significativa (p = 0,0015) en la hipodermis. La disminución de peso postratamiento no fue significativa (p = 0,3851). El análisis cualitativo arrojó en nueve de las muestras tratadas lesión con disminución de la densidad del tejido conjuntivo y en las 3 restantes, lesión con incremento de la densidad. En las muestras control hubo 3 lesiones leves. Sólo se encontró inflamación aguda en 3 de las muestras control y en ninguna muestra, inflamación crónica.

[☆]Trabajo realizado en el Departamento de Fisioterapia Dérmato-funcional de la Universidad Potiguar (Natal, Rio Grande do Norte, Brasil).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: oronzio@gmail.com (O.A. Ronzio).

KEYWORDS

Diathermy;
 High frequency
 waves;
 Induced
 hyperthermia;
 Dermis;
 Collagen;
 Connective tissue;
 Adipocytes;
 Subcutaneous tissues;
 Physical therapy
 modalities

Conclusión: La diferencia significativa en el número de adipocitos no llevó a una reducción significativa de peso. La disminución de la densidad del tejido conjuntivo podría ser responsable de la efectividad de la TEC en la fibrosis y la celulitis. El incremento de la densidad podría explicar el efecto «lifting» a temperaturas mayores.

© 2007 Asociación Española de Fisioterapeutas. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Capacitive electric transference effects in dermal and adipose tissues**Abstract**

Aims: Capacitive Electric Transference (CET) is a new therapeutic modality used by physical therapists in orthopedic and esthetics that causes deep warming using a radiofrequency of 0.55 MHz.

The purpose of this study is to analyze the effects of CET in dermis and hypodermis adipocytes and the changes in the conjunctive tissue.

Method: Six *Oryctolagus Cuniculus*- albino rabbits from the *Leporidae* family were divided into 2 groups. The first group (n = 4) received 6 minutes of CET in an area of 38 cm². The process was repeated 8 times. The other group (n = 2) received sham therapy. At the end of the treatment, the rabbits were sacrificed and 3 skin samples were obtained from each animal, and were used for adipose cells count and conjunctive tissue analysis.

Results: There was a significant difference between the treated and sham group in adipose cells count in the dermis (p = 0.0135) and a very significant difference (p = 0.0015) in hypodermic tissue. Post-treatment weight decrease was not significant (p = 0.3851).

The qualitative analysis found conjunctive tissue lesions with density decrease in 9 of the treated samples and a density increase in 3 of them. Mild lesion was also found in 3 of the sham samples. Acute inflammation was only found in 3 of the sham group samples and the chronic inflammation type was not found in any of the samples.

Discussion: The significant difference in adipose cells count did not cause a significant weight lost. The density decrease of conjunctive tissue could be reason for the effectiveness of CET in fibrosis and cellulites treatment. The density increase could explain the “lifting effect” at higher temperatures.

© 2007 Asociación Española de Fisioterapeutas. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La especialidad en Fisioterapia Dérmato-Funcional tiene como objetivo tratar de manera eficaz las alteraciones estéticas¹ con la visión del fisioterapeuta desde la rehabilitación y la funcionalidad. Entre los nuevos recursos aparecidos en el mercado, aplicables tanto a esta área como a la rehabilitación deportiva, se encuentran las radiofrecuencias por transferencia eléctrica capacitiva (TEC), también conocida como tecaterapia.

La TEC es un agente físico que utiliza corrientes de alta frecuencia comprendidas entre 0,3 y 1,5 MHz², dependiendo del fabricante. Debido a ésta, no se producen efectos como la excitación muscular, sino que provoca un incremento de temperatura o diatermia³ a nivel profundo. Según la bibliografía clásica⁴⁻¹⁰, la diatermia causa vasodilatación, aumento de la circulación sanguínea y linfática, incremento de la difusión a través de la membrana celular, aumento del metabolismo y de la actividad enzimática, disminución de la actividad simpática (si el incremento de temperatura no es excesivo), elevación del umbral de dolor, acción proinflamatoria, aceleración en la reparación de los tejidos lesionados e

incremento de la distensibilidad del colágeno. Según Kede y Sabatovich⁵, la diatermia genera, además, un incremento en el espesor dérmico y epidérmico con aumento de la cantidad de colágeno y disminución de la grasa subdérmica. En la medicina estética, la radiofrecuencia es utilizada para la flacidez cutánea, mejorando la elasticidad y la fuerza tensora de las fibras colágenas mediante la producción de neocolágeno^{6,7}. Lamentablemente muchos de estos efectos son establecidos desde un marco teórico, algunos extraídos de las viejas ondas cortas y otros visualizados en resultados clínicos sin ensayos histopatológicos.

Ante esta necesidad de ampliar el conocimiento surge el presente estudio que tiene como objetivo analizar histológicamente los efectos in vivo de la TEC en el tejido dérmico y en los adipocitos.

Material y método

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigaciones de la Universidad Potiguar de Rio Grande do Norte, Brasil, y se desarrolló de febrero a junio de 2007. En

éste se utilizaron 6 conejos (5 hembras y 1 macho) pertenecientes a la especie *Oryctolagus cuniculus*, de la familia *Leporidae*, tipo albinos, con un peso medio de 3,07 kg, del bioterio de la Universidad Potiguar (RN, Brasil). Los especímenes se dividieron aleatoriamente en dos grupos:

- Grupo I (control): no recibieron aplicación de TEC (n = 2).
- Grupo II (tratado): recibieron 8 sesiones de TEC (n = 4).

Los especímenes fueron mantenidos en jaulas individuales limpiadas diariamente y recibieron alimentación marca Purina[®] y agua de grifo a voluntad. El ambiente poseía una temperatura media de 28 °C y control automático de luz.

El equipo de TEC empleado fue el modelo Tecartherap-Vip[®], Vip Electromedicina[®] (Argentina), previamente verificada su calibración por el fabricante, cuya frecuencia de emisión es de 0,55 MHz. Para el protocolo se empleó un electrodo dispersivo de goma cubierta con carbono de 9,5 cm de diámetro (área = 70,84 cm²) y un electrodo activo (no conductor) de 3,5 cm de diámetro (área = 9,61 cm²), ambos con gel de ultrasonido como sustancia de acople.

Para la realización de los procedimientos experimentales, los conejos recibieron anestesia con Zoletil[®] 50 (15 a 30 mg/kg) por vía intramuscular. A posteriori se realizó la tricotomía en las regiones dorsal y abdominal, y se ubicaron los especímenes en un dispositivo de acrílico. Para el tratamiento y la extracción de las muestras se optó por emplear la zona dorsal del conejo, ubicando el electrodo pasivo en la parte ventral.

Se estableció como área total de tratamiento el equivalente a 4 electrodos activos (38,46 cm²), dividiéndose ésta en dos zonas o aplicaciones de 19,23 cm² de 3 min, tiempo en el que se elevaba la temperatura basal de la piel (34 °C) en 5 a 6 °C. Esta diferencia concuerda con la empleada en terapia con TEC en humanos y se la comprobó durante el tratamiento con un *tester* digital con termocupla.

Para evitar variaciones en la velocidad de movimiento del electrodo activo, y por ende un calentamiento heterogéneo de la zona, se realizó mediante el *software* Sonic Foundry Soundforge[®] 6.0 Build 132 una alarma cíclica de 1 segundo (margen de error de 0 a 10 ms), tiempo en que el operador debía cubrir el área equivalente a dos electrodos activos.

El protocolo fue aplicado en el grupo II con sesiones de lunes a viernes, descansando el sábado y el domingo, y completándose las 3 aplicaciones restantes a partir del día lunes.

Extracción de las muestras: en el día 8, luego de realizada la última sesión, los animales fueron sacrificados (previa anestesia) en cámara de CO₂. Posteriormente, se extrajeron 3 muestras de la zona dorsal de cada espécimen. Los fragmentos fueron colocados en frascos apropiados debidamente identificados, que contenían 30 ml de solución de formol al 10%. Luego de 24 h de fijación, las muestras fueron derivadas al Laboratorio de Patología para la realización de los estudios histológicos. El procedimiento consistió en la inmersión en parafina, la realización de los cortes con micrótopo rotativo a 4 µm de espesor y la tinción con hematoxilina y eosina (HE). Luego de la confección de las láminas, un operador cegado visualizó éstas en un microscopio óptico Olympus[®], realizó la captura digital de las imágenes, evaluó cualitativamente el tejido conectivo y

contó los adipocitos, tanto en la dermis como en la hipodermis. Los datos fueron volcados a una tabla de Microsoft Excel 2003[®]. Los datos cuantitativos además fueron cargados en el *software* de análisis estadísticos GraphPad Instat versión 3.01, 32 bit para Windows[®] 95/NT, con el que se realizó un análisis estadístico entre el grupo control y el tratado mediante el test no paramétrico de Mann-Whitney U.

Resultados

Si bien 2 de las muestras del espécimen tratado T1 presentaron mayor cantidad de células adiposas en la dermis por ser el más pesado (tabla 1), en el resto de las muestras se observaron los resultados esperados entre el grupo control (fig. 1) con respecto al grupo tratado (fig. 2) de disminución del número de adipocitos. El análisis estadístico de la cantidad de adipocitos en la dermis entre el grupo control y el tratado (tabla 2) resultó en una diferencia estadísticamente significativa (p = 0,0135; valor exacto) (fig. 3). En cuanto a la comparación en la hipodermis (tabla 3), resultó muy significativa (p = 0,0015; valor basado en una aproximación normal realizada por el *software* estadístico) (fig. 3). La comparación estadística de los pesos de los especímenes

Tabla 1 Peso de los conejos pretratamiento y postratamiento

Peso de los conejos					
Control			Tratados		
Esp.	Pre	Post	Esp.	Pre	Post
C1	3,115	3,23	T1	3,22	3,125
C2	3,05	3,2	T2	3,125	2,995
			T3	2,96	2,83
			T4	2,96	2,805

Esp.: espécimen.

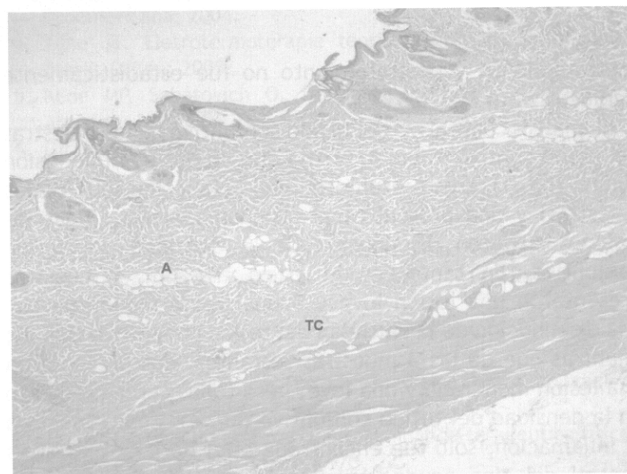


Figura 1 Muestra del grupo control (40 ×). A: adipocitos; TC: tejido conectivo.

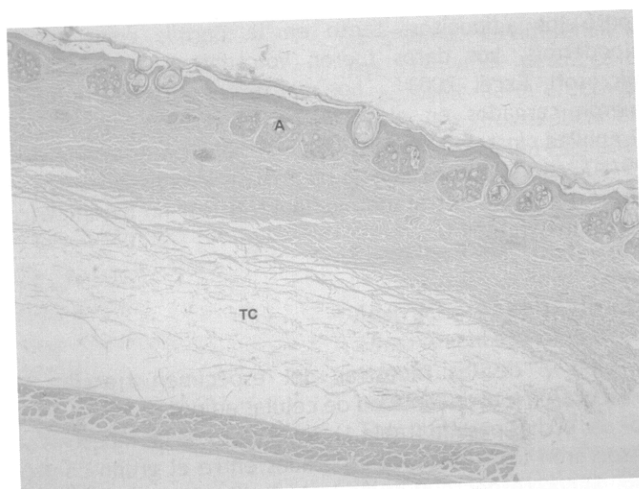


Figura 2 Muestra del grupo tratado (40 ×). A: adipocitos; TC: tejido conjuntivo.

Tabla 2 Número de adipocitos en la dermis en el grupo control y en el grupo tratado

Dermis					
Control			Tratados		
Esp.	n	N.º de adipocitos	Esp.	n	N.º de adipocitos
C1	1	70	T1	1	97
C1	2	66	T1	2	93
C1	3	79	T1	3	46
C2	4	66	T2	4	11
C2	5	73	T2	5	10
C2	6	113	T2	6	8
			T3	7	18
			T3	8	19
			T3	9	10
			T4	10	3
			T4	11	3
			T4	12	2

Esp.: espécimen.

pretratamiento y postratamiento no fue estadísticamente significativa ($p = 0,3851$).

El análisis cualitativo del tejido conjuntivo de las muestras del grupo control (tabla 4) arrojó que en dos no hubo lesión alguna (fig. 1), tres presentaron una leve lesión (50% de las muestras) y una presentó una lesión moderada. Todas las lesiones tuvieron disminución de la densidad del tejido conjuntivo. En tanto, en el grupo tratado, 4 muestras presentaron una lesión leve y 5 una lesión moderada con una disminución de la densidad del tejido conjuntivo (fig. 2); mientras que de las 3 muestras restantes, dos presentaron una lesión moderada y una leve, pero todas con incremento en la densidad del tejido conjuntivo (fig. 4). Con respecto a la inflamación, sólo fue encontrada en 3 de las 6 muestras control del tipo agudo, mientras que en el resto de las biopsias no se encontraron rastros de inflamación, ni aguda ni crónica (tabla 4).

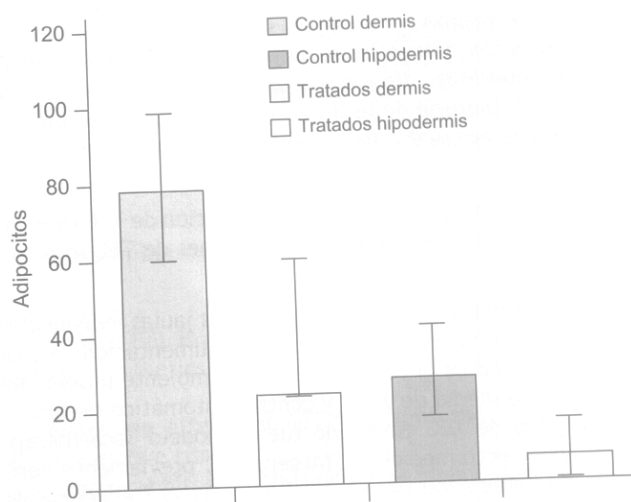


Figura 3 Gráfico con las medias y desvíos estándares del número de adipocitos.

Tabla 3 Número de adipocitos en la hipodermis en el grupo control y en el grupo tratado

Hipodermis					
Control			Tratados		
Esp.	n	N.º de adipocitos	Esp.	n	N.º de adipocitos
C1	1	23	T1	1	7
C1	2	44	T1	2	7
C1	3	28	T1	3	6
C2	4	24	T2	4	23
C2	5	16	T2	5	8
C2	6	48	T2	6	6
			T3	7	5
			T3	8	11
			T3	9	12
			T4	10	1
			T4	11	0
			T4	12	0

Esp.: espécimen.

Discusión

Si bien la diferencia en el número de adipocitos tanto en la dermis como en la hipodermis con respecto al grupo control fue estadísticamente significativa y concuerda con lo expresado por algunos autores^{5,6}, los resultados no arrojaron una disminución significativa del peso de los individuos, por lo que se recomienda la realización de estudios clínicos al respecto.

Las lesiones visualizadas con disminución en la densidad y, por ende, incremento de la extensibilidad del tejido conjuntivo en las muestras tratadas podrían ser las responsables de los hallazgos clínicos en la mejoría de pacientes con fibrosis¹¹, que es justamente una alteración de este tejido¹². El incremento en la densidad de uno de los individuos daría basamentos a lo expresado por Dierickx¹³ y

Tabla 4 Análisis cualitativo del tejido conjuntivo y valoración de la lesión

Análisis de la lesión del tejido conjuntivo					Análisis de la lesión del tejido conjuntivo				
Grupo I (control)					Grupo II (tratado)				
Esp.	n	Les.	I. ag.	I. cro.	Esp.	n	Les.	I. ag.	I. cro.
C1	1	++	+	0	T1	1	++	0	0
C1	2	0	+	0	T1	2	++	0	0
C1	3	+	+	0	T1	3	++	0	0
C2	4	+	0	0	T2	4	++	0	0
C2	5	0	0	0	T2	5	+	0	0
C2	6	+	0	0	T2	6	++	0	0
					T3	7	+	0	0
					T3	8	+	0	0
					T3	9	+	0	0
					T4	10	+/Denso	0	0
					T4	11	++/Denso	0	0
					T4	12	++/Denso	0	0

0 = ausente; + = lesión leve; ++ = lesión moderada; +++ = lesión severa; Esp.: espécimen; Les.: lesión; I. ag.: inflamación aguda; I. cro.: inflamación crónica.

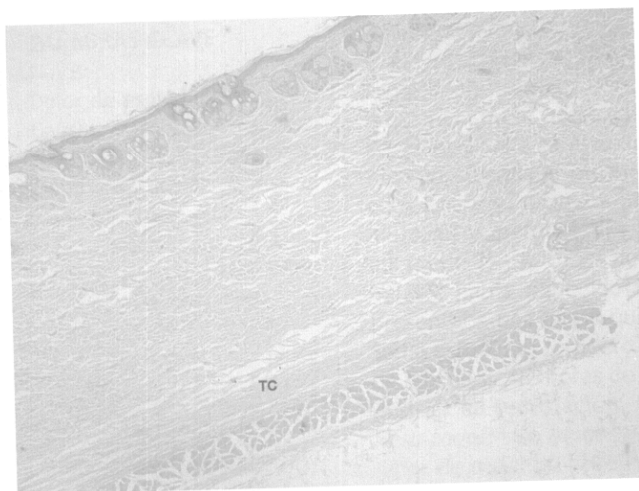


Figura 4 Individuo T4, muestra 12 (40 ×). Nótese el incremento de densidad. TC: tejido conjuntivo.

en la ponencia de Ulmann⁷, quienes afirman que la radiofrecuencia promueve la neoformación de colágeno haciendo un efecto «lifting» en la piel.

Las muestras que presentaron un incremento en la densidad del tejido conjuntivo corresponden al espécimen de menor peso y, por ende, la temperatura interna producida por la radiofrecuencia podría ser mayor, con lo que se prejuzgaría que a temperaturas moderadas el tejido conjuntivo disminuye su densidad y a temperaturas más altas la evidencia científica es escasa aún para afirmar esta hipótesis. Concordantemente, Low y Reed⁸ expresan en su libro que el colágeno se «derrite» a más de 50 °C y que entre 40–45 °C aumenta su extensibilidad.

Se deja planteada la metodología para futuras investigaciones con un n mayor, sugiriéndose que, de ser posible, ésta

se realice en cerdos debido a la similitud que poseen con la piel del ser humano y con el peso, que alteraría la fórmula de la SAR (*specific absorption rate*)¹⁴, aunque son bien sabidas las dificultades de emplear esta raza y alojarlas en un bioterio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Guirro E, Guirro R. *Fisioterapia Dermato-Funcional*. 4 ed. Brasil, Barueri SP: Monole; 2006.
2. Capponi R, Ronzio O. *Radiofrecuencias*. En: *Manual de Fisioterapia*. Buenos Aires. En prensa 2007.
3. Rodríguez Martín JM. *Electroterapia en Fisioterapia*. España: Panamericana; 2004.
4. Agne JE. *Eletrotermoterapia teoría e prática*. Santa María, Brasil: Orium; 2005.
5. Kede MP, Sabatovich O. *Dermatología Estética*. São Paulo: Atheneu; 2004.
6. Giraldo JCS. Experiencia personal en el manejo de la flaccidez corporal con radiofrecuencia. Comunicación. XVI Congreso Mundial de Medicina Estética; 2007 Abr 11-14;. Buenos Aires: Argentina.
7. Ullmann D. Radiofrequency. Comunicación. XVI Congreso Mundial de Medicina Estética; 2007 Abr 11-14; Buenos Aires: Argentina.
8. Low J, Reed A. *Eletroterapia explicada: principios e prática*. São Paulo: Manole; 2001.
9. Holzer W. *Terapéutica física y medicina física aplicada al diagnóstico*. Barcelona: Labor S.A; 1947.
10. Belloch V, Caballe C, Zaragoza R. *Manual de terapéutica física y radiología*. Valencia: Saber; 1970.
11. Ronzio O, Froes P. *Tecaterapia en fisioterapia dermatofuncional*. Comunicación. I Encontro Internacional de Fisioterapia Dermato Funcional; 2007 Feb 9-10; Belo Horizonte: Brasil.

12. Parker F. Estrutura e função da Pele. En: Goldman L, Bennett JC, editores. Tratado de Medicina Interna. Vol 2. 21 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p. 2521-7.
13. Dierickx CC. The role of deep heating for noninvasive skin rejuvenation. *Lasers Surg Med*, 2006;38:799-807.
14. Miro L. Bases físicas de la acción biológica de las radiaciones no ionizantes. En: Nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas en patologías del aparato locomotor. España: MAPFRE, SA; 1986. p. 145-57.