

**Computerized Colorimetric Analysis of Skin Palpebral Color.
A Potential Non Invasive Method for Monitoring Patch
Compliance in the Treatment of Amblyopia**

Análisis Colorimétrico
Computarizado del Color
de la Piel Palpebral:
Un Potencial Método No
Invasivo para Monitorizar el
Cumplimiento de la Terapia
con Parche en Ambliopía

¹Giovanni Castaño MD

²Eduardo Camacho MD

³Catalina Jiménez MD

Resumen

Recibido: 10/11/14

Aceptado: 20/12/14

Objetivo: Evaluar el análisis colorimétrico computarizado del color de la piel del párpado antes y después de realizar oclusión, con el fin de determinar qué cambios en el color de la piel permiten conocer el cumplimiento de la terapia oclusiva en el tratamiento de la ambliopía.

Métodos: Se analizó el cambio de coloración de la piel tomando fotografías estandarizadas, antes y después de 48 horas de aplicación del parche. Los análisis se hicieron con el programa

¹Oftalmólogo Pediátrico Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá. Bogotá.

²Profesor Asistente y Jefe Unidad de Oftalmología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá

³Oftalmóloga, Segmento Anterior, Asociación Médica de los Andes. Bogotá DC.

Los autores no tienen conflictos comerciales que declarar en relación con este trabajo.

PS CS2 de Adobe Systems que proporciona discriminación de los colores primarios en una imagen determinada y permite analizar y comparar numéricamente las intensidades.

Resultados: El promedio basal de intensidades fue de 52.50 con un rango entre 42.11 y 72.87. La desviación estándar fue de 37.34. El promedio después de 48 horas oclusión fue de 102.33 con un rango de entre 96.32 y 109.28 y una desviación estándar de 62.49. ($P \leq 0.05$). Al comparar el cambio de la piel ocluida en los párpados con la piel de la mejilla, expuesta a la luz pero no ocluida, se demostraron cambios igualmente significativos.

Conclusiones: El análisis colorimétrico computarizado no invasivo de los cambios en la coloración de la piel de los pacientes en tratamiento con ambliopía puede convertirse en un método estándar para monitorizar el cumplimiento de la terapia con oclusión. Los resultados del presente trabajo son claros en evidenciar que tan rápidamente se inducen cambios colorimétricos en la piel, incluso antes de que éstos sean detectables a simple vista. Saber qué tan disciplinado ha sido el tratamiento da la posibilidad de conocer exactamente en qué situación está el paciente y estimulará a padres y pacientes para cumplir la terapia.

Abstract

Objective: To evaluate the colorimetric computerized analysis of palpebral skin color before and after occluding the eye, in order to determine what changes in skin color allow to understand the compliance with patching treatment while treating amblyopia.

Methods: Skin color change was analyzed taking standardized pictures before and after 48 hours occlusion. Analysis was done with the program PS CS2 from Adobe Systems that gives color discrimination from an image and allows numerical comparison between intensities.

Results: Palpebral skin mean basal intensity was 52.50 (between 42-11 and 72-87). SD was 37.34. Average after 48 hours occlusion was 102.33 (96.32 to 109.28) and SD of 62.49 ($P \leq 0.05$). When comparing occluded skin color with cheek color, exposed to light but not occluded, there were also significant changes.

Conclusions: Noninvasive colorimetric computerized analysis from changes in skin color in amblyopic patients treated with patching, could become a standard method for monitoring compliance with occlusion therapy. Results of this experiment are clear and evidence that changes in skin color occur quickly after starting the patch, even before they are visible to the bare eye. Knowing how disciplined has been the patient with his treatment gives the opportunity of knowing the exact situation of the patient and will stimulate parents and patients to improve patch compliance.

Introducción

La ambliopía es un problema de salud visual común que puede afectar hasta el 5% de la población¹. Se reconoce que el éxito del tratamiento, además de corregir la causa ambliopizante, implica el cumplimiento acertado y disciplinado de la terapia con oclusión.²⁻⁴ Igualmente es evidente que una de las razones más comunes por las que el tratamiento para

la ambliopía en la infancia fracasa, es por la falta en el cumplimiento de la terapia.^{5,6} Un problema adicional implica la falla de los padres y cuidadores para comunicar y reconocer esta falta de cumplimiento, haciendo que el médico se interrogue sobre las razones de la falta de mejoría de un paciente que supuestamente está cumpliendo el tratamiento. Aunque se han diseñado métodos objetivos para determinar si el paciente ha aplicado adecuadamente el tratamiento oclusivo, éstos no son parte usual de la práctica clínica.⁷ El presente estudio pretende demostrar que es posible determinar cambios significativos del color de la piel de un individuo, utilizando un método no invasivo de análisis colorimétrico computarizado. El experimento resulta de gran interés en el monitoreo del tratamiento de la ambliopía, pues desde hace tiempo se reconoce que la aplicación del parche genera hipopigmentación progresiva de la piel del párpado.

Métodos

Se utilizaron 4 voluntarios sanos en los que se aplicó un fragmento de parche autoadhesivo comercial sobre la piel del párpado superior de un ojo. Se analizó el cambio de coloración de la piel tomando fotografías con distancia e iluminación estandarizadas, antes y después de 48 horas de aplicación del parche (Figuras 1 y 2). En 4 voluntarios adicionales se comparó el cambio de coloración de la piel del párpado con fotografías igualmente estandarizadas de la piel de la mejilla. Todos los análisis se hicieron con el programa PS CS2 de Adobe Systems. El programa ofrece imágenes histográficas de los picos mezclados y aislados de azul, verde y rojo (Figura 3). Proporciona discriminación de los

colores primarios en una imagen determinada y permite analizar y comparar numéricamente las intensidades. A pesar de ser una prueba no invasiva que carecía de riesgo para los voluntarios, se aplicaron las recomendaciones pertinentes de la declaración de Helsinki para la experimentación en humanos. El trabajo fue aprobado por el Comité de Investigación de la Unidad de Oftalmología de la Facultad de Medicina en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

Resultados

En la comparación de la coloración del párpado antes de la oclusión y del otro párpado nunca ocluido contra la coloración de la piel después de 48 horas de oclusión, el análisis de colorimetría no invasiva demostró un promedio basal de media de intensidades de 52.50 con un rango entre 42.11 y 72.87. La desviación estándar fue de 37.34. Las unidades de medida expresadas son aportadas artificialmente por el programa y no representan lúmenes ni densidad de color, pero sirven para cualquier tipo de comparación ya que son estandarizadas para las mismas medidas. El promedio después de 48 horas oclusión fue de 102.33 con un rango de entre 96.32 y 109.28 y una desviación estándar de 62.49 (Figura 4). Al comparar el cambio de la piel ocluida en los párpados con la piel de la mejilla, expuesta a la luz pero no ocluida, se demostraron cambios igualmente significativos. Se tomaron como medidas basales las mismas iniciales de ambos párpados (media de 52.50 con DE de 37.34). La coloración de la mejilla, como era de esperarse mostró una tendencia prácticamente idéntica a la de los párpados previamente a la oclusión, con un promedio

de 53.32 con DE de 36.27. Es decir que la coloración de la mejilla también sirve como valor basal. A pesar del tamaño de la muestra, los cambios demostrados antes y después de la oclusión fueron tan grandes que en todos hubo significancia estadística con $p \leq 0.05$.

Discusión

Las consecuencias de una falla en el cumplimiento del tratamiento de la ambliopía, afectan al individuo toda la vida en distintas esferas que van desde lo funcional hasta lo estético¹⁻³. Aunque es evidente que la ambliopía puede ser bilateral, frecuentemente es unilateral por lo que el tratamiento con oclusión se centra en un solo ojo. Existen muchas alternativas estudiadas para el tratamiento de la ambliopía, considerándose como terapia estándar la oclusión con parche⁶⁻⁸; este tratamiento ha superado la prueba del tiempo y al haber estado vigente por más de dos siglos, tiene ganado su espacio dentro de la práctica oftalmológica pediátrica. Pero el tratamiento con parche resulta incómodo, difícil de cumplir y fácilmente lleva a la deserción del paciente y sus familiares^{8,9}. Se han realizado muchos estudios que equiparan la efectividad del parche con la aplicación de atropina en gotas para penalizar el mejor ojo¹⁰. Igualmente se han utilizado lentes de contacto e incluso dispositivos de implantación quirúrgica para ocluir el ojo sano¹¹⁻¹³. Algunas de estas estrategias no son otra cosa que la búsqueda de un tratamiento que libere a pacientes, familias y médicos, de la incomodidad del parche y sus implicaciones.

Con estas consideraciones se han diseñado incluso métodos electrónicos de monitoreo del cumplimiento de la terapia oclusiva¹⁴⁻¹⁵. En estos, el parche tiene en su interior un

par de circuitos que permiten cuantificar las horas de parche que efectivamente se han realizado¹⁶. Estos trabajos han sido exitosos al poder demostrar la verdadera intensidad de aplicación del parche pero también han revelado que el cumplimiento de la terapia puede ser más pobre del esperado¹⁷. En los pacientes cumplidores es evidente la relación entre las horas de parche y la mejoría de sus parámetros visuales¹⁸.

Con el presente estudio nosotros hemos encontrado que para el caso de personas que viven en un país tropical como Colombia, en los que la exposición a los rayos solares es frecuente incluso en ciudades de clima típicamente invernal, existen cambios en la coloración de la piel presentes incluso con sólo 48 horas de oclusión. El método colorimétrico no invasivo permite de una manera fácil y descomplicada, determinar si el paciente ha cumplido o no el tratamiento. Aunque es necesario estandarizar los cambios de coloración para cada tipo de piel y determinar los cambios esperados para diversas intensidades de oclusión, los resultados permiten anticipar que, en el caso de los pacientes que deben parcharse un solo ojo, el color de la piel del párpado superior contralateral servirá como excelente parámetro de control basal. Igualmente, en el caso de los pacientes que requieren oclusión alternante, la comparación con la piel de la mejilla, igualmente expuesta y no ocluida, servirá como parámetro control de base.

Una ventaja de este método que proponemos es que sólo requiere la toma de fotografías con una cámara digital convencional y el análisis de las mismas en un computador portátil promedio y con un programa simple y poco costoso. Estas ventajas son importantes al compararlas con el método espectrofotométrico que requiere de

un equipo sofisticado y de un análisis complejo y demorado.

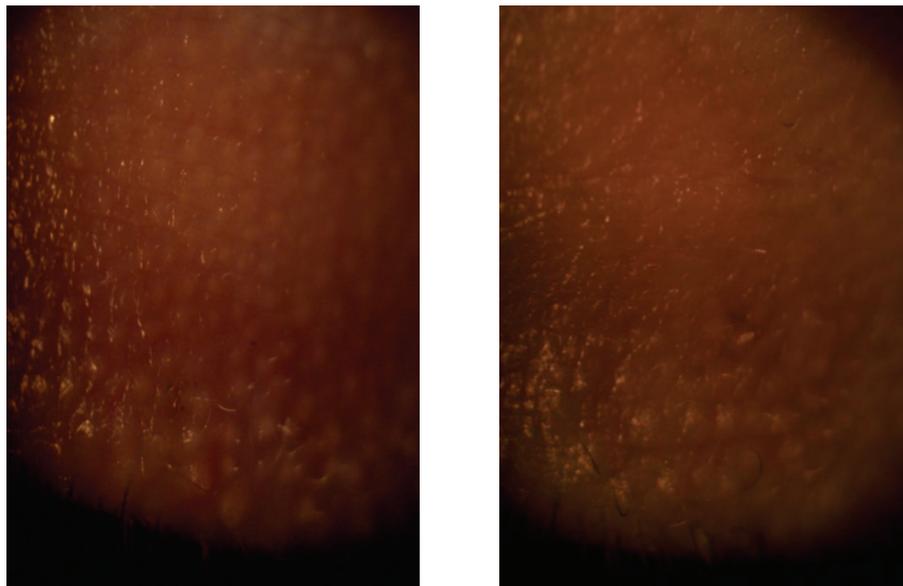
Conclusiones

El análisis colorimétrico computarizado no invasivo de los cambios en la coloración de la piel de los pacientes en tratamiento con ambliopía puede convertirse en un método estándar para monitorizar el cumplimiento de la terapia con oclusión. Los resultados del presente trabajo son claros en evidenciar que se inducen cambios colorimétricos rápidamente en la piel, incluso antes de que éstos sean detectables a simple vista. Aunque vale la pena aclarar que este trabajo se hizo

con voluntarios sanos, los resultados son tan contundentes que es posible extrapolarlos a lo que ocurriría en los pacientes que deben utilizar el parche.

Por otro lado, es claro que la capacidad de monitorizar el cumplimiento de la oclusión no genera automáticamente una mejoría en el cumplimiento de la terapia, pero el hecho de saber exactamente qué tan disciplinado ha sido el tratamiento, ofrece al médico la posibilidad de conocer exactamente en qué situación está el paciente, evitando caer en el engaño de algunos padres. Igualmente, como ha ocurrido con el monitoreo electrónico de la oclusión, muchos padres y pacientes reconocen que al saberse monitorizados suelen intentar un mejor cumplimiento de la terapia¹⁹⁻²¹.

Figuras



Figuras 1 y 2: Coloración de la piel del párpado superior antes de la oclusión (izquierda) y después de 48 horas de oclusión (derecha).

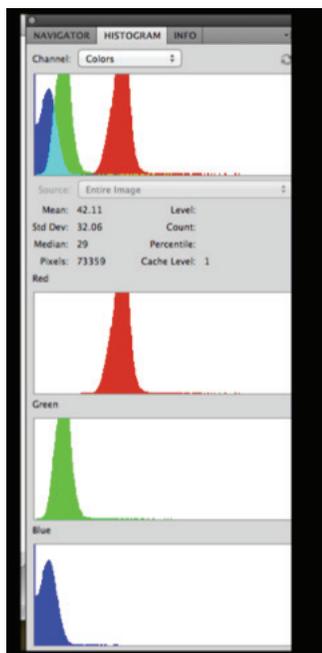


Figura 3. Esquema histográfico aportado por el programa al analizar la fotografía de la piel del párpado.

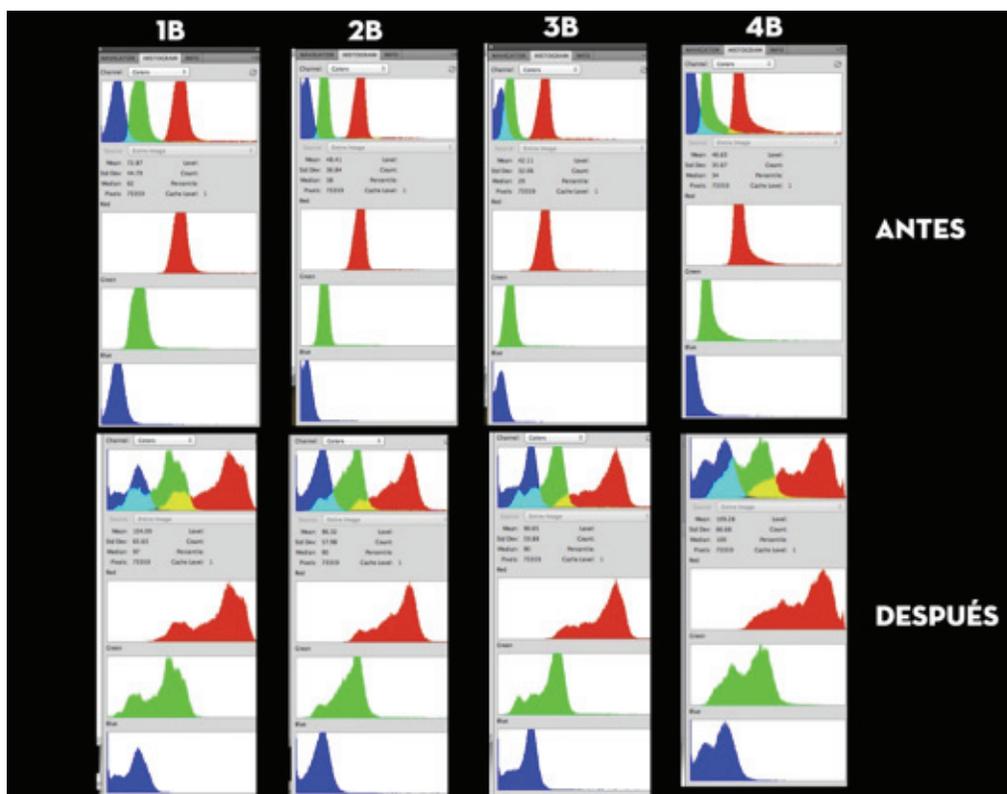


Figura 4. Comparación de análisis colorimétrico basal (arriba) y después de 48 horas de oclusión (abajo).

Bibliografía

1. Kelsey AI. Amblyopia: the condition, the challenge and the cure. *J Ophthalmic Nurs Technol* 1998 ;17:227-9.
2. Hubel DH, Wiesel TN. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *J Physiol (Lond)*. 1970;206:419-436.
3. The Pediatric Eye Disease Investigator Group. The clinical profile of moderate amblyopia in children younger than 7 years. *Arch Ophthalmol* 2002;120:281-28
4. Fielder AR, Auld R, Irwin M, Cocker KD, Jones HS, Moseley MJ. Compliance monitoring in amblyopia therapy. *Lancet* 1994;343:547.
5. Al-Zuhaibi S, Al-Harhi I, Coymans P, Al-Busaidi A, Al-Farsi Y, Ganesh A. Compliance of amblyopic patients with occlusion therapy: A pilot study. *Oman J Ophthalmol* 2009 May;2(2):67-72.
6. Webber AL. Amblyopia treatment: an evidence-based approach to maximising treatment outcome. *Clin Exp Optom* 2007 Jul;90(4):250-7.
7. Fielder AR, Irwin M, Auld R, Cocker KD, Jones HS, Moseley MJ. Compliance monitoring in amblyopia therapy: objective monitoring of occlusion. *Br J Ophthalmol* 1995;79:585-589.
8. Watson PG, Sanac AS, Pickering MS. A comparison of various methods of treatment of amblyopia: a block study. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1985;104:319-328.
9. Roefs AM, Tjiam AM, Looman CW, Simonsz-Toth B, Fronius M, Felius J, Simonsz HJ, Loudon SE. Comfort of wear and material properties of eye patches for amblyopia treatment and the influence on compliance. *Strabismus* 2012;20:3-10.
10. The Pediatric Eye Disease Investigator Group. A randomised trial of atropine vs. patching for treatment of moderate amblyopia in children. *Arch Ophthalmol* 2002;120:268-278.
11. Beneish RG, Polomeno RC, Flanders ME, Koenekoop RK. Optimal compliance for amblyopia therapy: occlusion with a translucent tape on the lens. *Can J Ophthalmol*. 2009;44:523-8.
12. Tsubota K, Yamada M. Treatment of amblyopia by extended-wear occlusion soft contact lenses. *Ophthalmologica*. 1994;208:214-5.
13. Arnold RW, Armitage MD, Limstrom SA. Sutured protective occluder for severe amblyopia. *Arch Ophthalmol*. 2008 Jul;126(7):891-5.
14. Fielder AR, Irwin M, Auld R, Cocker KD, Jones HS, Moseley MJ. Compliance in amblyopia therapy: objective monitoring of occlusion. *Br J Ophthalmol* 1995;79:585-9.
15. Simonsz HJ, Polling JR, Voorn R, van Leeuwen J, Meester H, Romijn C, Dijkstra BG. Electronic monitoring of treatment compliance in patching for amblyopia. *Strabismus* 1999;7:113-23.
16. Simonsz HJ. Occlusion dose monitor available for electronic recording of compliance in patch wearing for amblyopia. *Strabismus* 2012;20:42.
17. Fronius M, Chopovska Y, Nolden J, Loudon SE, Lüchtenberg M, Zubcov A, Pepler L. Occlusion treatment for amblyopia: assessing the performance of the electronic occlusion dose monitor. *Strabismus* 2006;14:65-70.
18. Chopovska Y, Loudon SE, Cirina L, Zubcov A, Simonsz HJ, Lüchtenberg M, Fronius M. Electronic recording of occlusion treatment for amblyopia: potential of the new technology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2005;243:539-44.
19. Searle A, Vedhara K, Harrad R, Norman P. Compliance with eye patching in children and its psychosocial effects: a qualitative application of protection motivation theory. *Psychol Health Med* 2000;5:43-53.
20. Dixon-Woods M, Awan M, Gottlob I. Why is compliance with occlusion therapy for amblyopia so hard? A qualitative study. *Arch Dis Child* 2006;91:491-4
21. Searle A, Norman P, Harrad R, Vedhara K. Psychosocial and clinical determinants of compliance with occlusion therapy for amblyopic children. *Eye (Lond)* 2002;16:150-5.