

## VALOR ANTIRAQUÍTICO DE LA LUZ SOLAR DE INVIERNO EN LA LATITUD 42° 21' (BOSTON)

---

Datos autorizados demuestran concluyentemente que la irradiación con luz ultravioleta es de un efecto benéfico y definitivo en la prevención y curación del raquitismo.

La zona antiraquítica del espectro solar, cuyo largo de onda influencia la deposición de calcium en el raquitismo, es de 290 a 313 milimicrones. Sin embargo, como se ha establecido que no se puede depender de los rayos ultravioletas del spectrum solar para curar o para prevenir el desarrollo del raquitismo en todas las latitudes y en todas las estaciones del año, se ha establecido también que varían de intensidad durante las diferentes estaciones del año, siendo más alta durante los meses de verano y más baja durante los meses de invierno. Los rayos ultravioletas varían de intensidad según el lugar geográfico, siendo más intensos en la zona tórrida que en la zona templada y más en las altas latitudes que en el nivel del mar. La intensidad de los rayos cortos depende mayormente de la cantidad de humedad y partículas de polvo que hay en el aire.

En la latitud 42° 21' (Boston) en las condiciones generales del invierno respecto a la vivienda y al clima, las radiaciones directas que alcanzan al niño en su crecimiento, especialmente cuando está debidamente vestido, no bastan para prevenir el desarrollo del raquitismo. Por causa del frío y de la consiguiente pérdida del calor del cuerpo durante los meses de invierno, la exposición directa de

los niños desnudos a los rayos solares no es una medida práctica o segura en la prevención o cura de esta enfermedad.

Uno de los agentes al cual se le ha prestado atención en la prevención del raquitismo, en el invierno, ha sido el vidrio transmisor ultravioleta. Los tipos de vidrios transmisores ultravioleta que han sido usados más frecuentemente para este propósito son el vidrio de cuarzo fundido, Vitaglass y Helioglass. Los vidrios de ventanas hechos de cuarzo fundido transmiten la luz ultravioleta mejor que ningún otro producto conocido. Sin embargo, el costo de producción, lo convierte en prohibitivo para el uso general. Los otros vidrios transmisores ultravioleta (Vitaglass y Helioglass (Vioray) transmiten de 50 a 60 por ciento del total de los rayos ultravioletas que son absorbidos por los vidrios ordinarios de las ventanas. El promedio de transmisiones de estos vidrios después de completa degeneración por un arco de cuarzo de mercurio es alrededor de 30% en un largo de onda de 302 milimicrones.

Recientemente se ha prestado mucha atención al uso de *cellulosa acetate* sobre una malla de alambre como un medio por el cual se puede obtener los rayos curativos del sol. Se conoce este producto como Celoglass. Transmite alrededor del 30% del total de rayos solares ultravioletas que son absorbidos por los vidrios ordinarios de ventana. Decece poco en transparencia cuando se expone al sol pero puede cambiar considerablemente cuando se expone a las variables condiciones del tiempo. Económicamente tiene una considerable ventaja sobre los otros productos, por razón de su costo. Se ha establecido directamente en las experiencias animales, que la luz solar de invierno cuando pasa a través del Celoglass tiene un efecto claro antiraquítico. Los estudios de Wood (1) en Vermont; Bethke (2) y Kennard en Ohio, conducidos por el Consejo de Terapia Física de la (3) Asociación Médica Americana de Boston y Scott, Hart y Halpin (4) en Wisconsin han demostrado que la luz solar

(1) Wood, U. F.: Ciencia de aves de corral 6: 62, 1926, 1927.

(2) Bethke, R. M.; y Kennard D. C.: Ciencia de aves de corral 6: 290, 1927.

(3) Informe sobre los sustitutos de vidrios de ventanas, Consejo de Terapia física. J. A. M. A. 88: 1562, (Mayo 14) 1927.

(4) Scott, H. T.; Hart, E. B., y Halpin, J. G.: Ciencia de aves de corral 9: 65, 1929.

de invierno cuando pasa por el Celoglass prevenie la debilidad de las piernas de los pollos. Se consideró necesario, sin embargo, suplementar esos estudios con otros en que la extensión de formación ósea fué establecida y para tener una idea de cuánta irradiación era necesaria para producir una formación ósea normal expresada en unidades *acetone mitilene*. Los resultados de los experimentos de Russel y Maseangale (5) mostraron claramente que la luz solar de invierno en la latitud de Nueva Brunswick, N. J. bajo condiciones de tiempo reinante en los Estados del Atlántico Medio era de suficiente intensidad, cuando pasaba a través del Celoglass, para prevenir la debilidad de las piernas y promover la formación normal de los huesos de los pollos; y que este resultado podía ser obtenido con un promedio diario de un poco menos de un cuarto de unidad (6). Además, se demostró que no es necesario dar dosis uniformes todos los días; el efecto de una dosis dura por lo menos una semana. (7)

En vista del hecho que los huesos del pollo crecen comparativamente más rápido que los de un niño, se podía presumir con seguridad, que el último respondería por lo menos tan bien como los pollos a la influencia antiraquítica de la luz solar de invierno después de pasar por el Celoglass, suponiendo que todo el cuerpo fuera expuesto.

Las observaciones informadas previamente (8) durante el invierno de 1926 y 1927, tratando niños raquítics con luz solar que había pasado a través de diferentes tipos de vidrios trasmisores ultravioletas, nos convencieron que había suficientes rayos cortos en el spectrum de sol, de Boston, durante los meses de invierno para utilizar en la prevención y cura del raquitismo en los niños. Sin embargo, en nuestra investigación las ventanas no estaban situadas idealmente para dar una larga exposición a los rayos del sol.

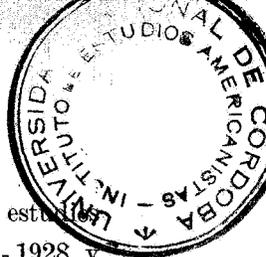
---

(5) Russell, W. C., y Massengale O. N.: Ciencia de aves de corral 7: 85, 1928.

(6) Massengale, O. N.: Thesis 1928, p. 60.

(7) Russell, W. C.: Massengale, O. N. y Howard, C. H.: j. Biol. química 80: 155, 1928.

(8) Wyman, Edwin T.: Boston M y S. J. 197: 376 (Set) 8 — 1927.



Nuestro propósito en esta comunicación es presentar estudios que han sido continuados durante los inviernos de 1927-1928 y 1928-1929 sobre el efecto de la luz solar de invierno a través del Celoglass en la prevención y cura del raquitismo.

Tabla 1. — Trasmisiones en porcentaje.

Largo de onda en milimicrones	280	302	313	334	365	405
Celoglass.						
No expuesto . . . . .	0.0	30.0	39.5	42.3	44.4	47.4
Expuesto enero 15 a marzo 5 . . .	0.0	24.4	31.4	34.7	37.4	39.5
” ” 15 a Sept. 5 . . .	0.0	23.0	27.0	28.0	32.0	....

El estudio ha consistido <sup>(1)</sup> en observaciones en 15 niños que sufrían raquitismo agudo, quienes fueron expuestos a la luz solar de invierno en un solarío especialmente construído, cubierto con Celoglass y medidas <sup>(2)</sup> físicas de luz solar <sup>(9)</sup> durante todo el año, por Philip Drinker de la Escuela de Harvard de la Salud Pública y <sup>(3)</sup> estudios biológicos <sup>(10)</sup> por el Dr. Teodoro Wilder, en ratas expuestas a la luz solar en el solarío.

#### PROCEDIMIENTO.

*El Solarío.* El solarío estaba situado sobre el techo del Hospital de niños de Boston, y toda la exposición del sud estaba cubierta con Celoglass. Las ventanas de Celoglass, estaban colocadas en un ángulo de 60 grados, de tal modo que los rayos de sol de invierno, entrando casi perpendicularmente a las ventanas, eran reflejados lo menos posible, (figs. 1, 2 y 3). Las ventanas eran lavadas con una manguera todos los días.

(9) Drinker, P.: Thomson, R. M. y Choate, S. P. Infección atmosférica y luz de sol, Transacciones de la sociedad americana de ingenieros mecánicos.

(10) Wilder, Teodoro S. y Vack Christine: Efecto antiraquítico de la luz solar de invierno a través de celoglass: Resultado de experimentos en ratas; página 930 de esta publicación.

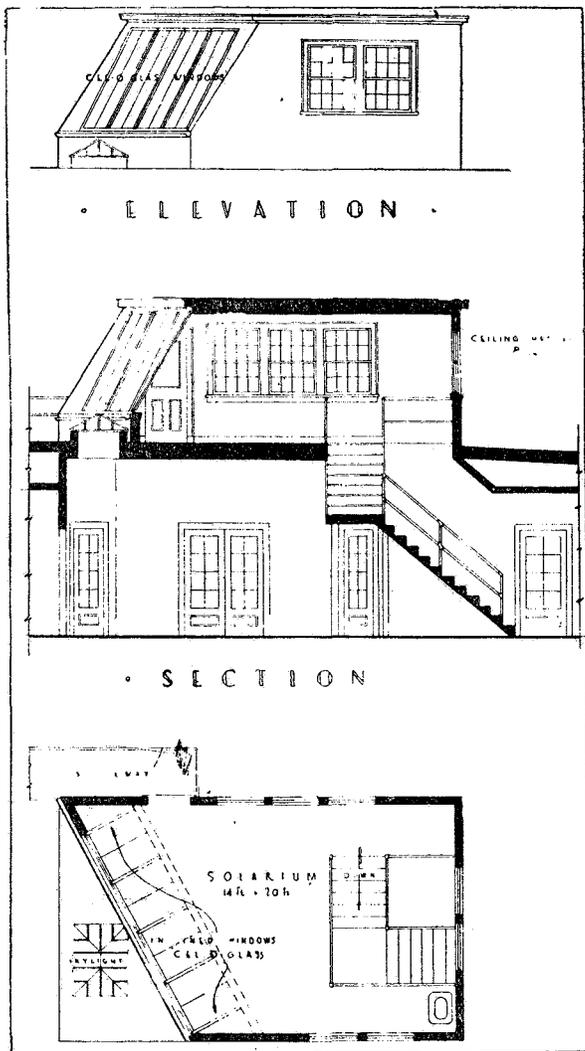
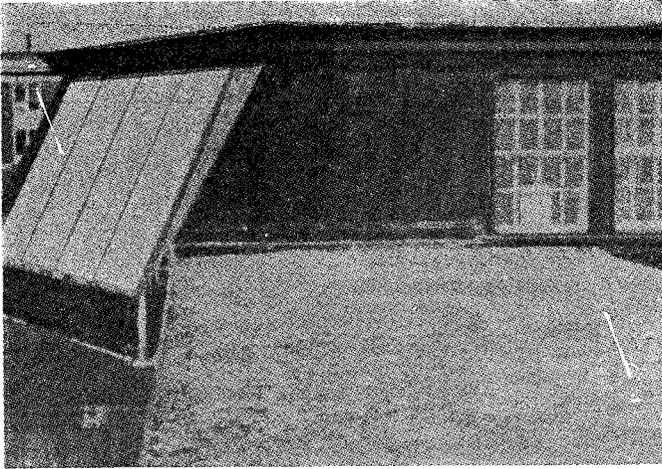


Fig. 1 — Plano del solarío para niños en el Hospital Children (Boston).



(Fig. 2). Solario mostrando la exposición al sud del cuarto cubierto con Celloglass; las ventanas tienen un ángulo de 60 grados.



(Fig. 3). Interior del solario mostrando el arreglo de las camitas.



(Fig. 4). B. R. (izquierda) expuesto de enero 31 a marzo 7 y R. D. (derecha) expuesto de 19 de febrero a marzo 7, durante sus tratamientos de sol; la piel está marcadamente tostada por el sol, comparado con E. E. (centro antes de entrar al solarío. La fotografía fué tomada el 7 de marzo.



(Fig. 5). R. D. (izquierda) expuesto del 10 de febrero al 15 de abril y J. K. (derecha), expuesto del 31 de marzo al 15 de abril, mostrando la intensidad de pigmentación de la piel. La mancha sobre el abdomen fué cubierta con pasta adhesiva durante el tratamiento de sol de tal modo que no aparece tostada esa parte. La fotografía fué tomada el 15 de abril.

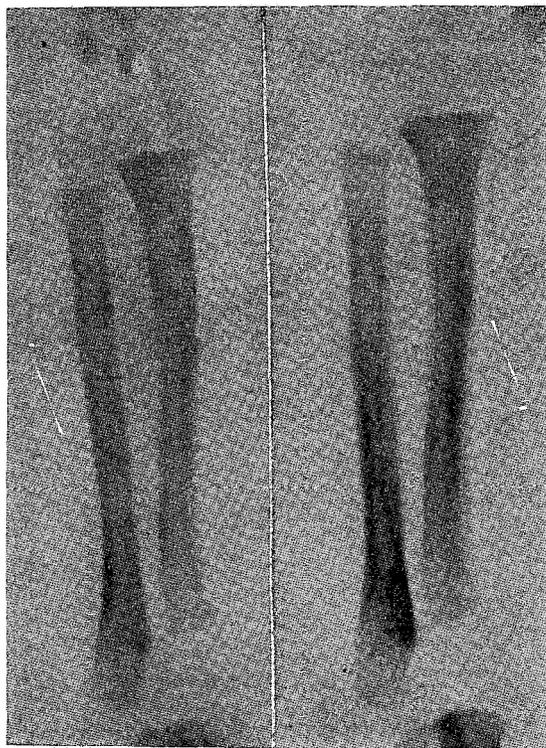
En la tabla 1 se da la transmisión del spectrum ultravioleta de tres ejemplos de Celoglass, uno no expuesto y los otros expuestos en el solarío desde el 15 de enero al 5 de marzo de 1928 y del 15 de enero al 5 de septiembre de 1928, lo que se determinó radiométricamente usando una lámpara de cuarzo de mercurio, un espectómetro de cuarzo y una termópila al vacío. Estos datos dan la cantidad de luz que entraba directamente en el canal del espectómetro. No se hizo rectificación de la luz dispersa que no entró. Si se hiciera esta corrección aumentaría la transmisión como en un cinco por ciento. Las medidas fueron tomadas por el Bureau of Standards, Washington, D. C.

*Método de irradiación.* — La temperatura del solarío fué mantenida a 84 F. cuando el sol no alumbraba y 80 F. cuando alumbraba. Durante el día los niños estaban desnudos, fuera de un bonete de sol para proteger los ojos. Estaban colocados como a tres pies de las ventanas. Durante diciembre, enero y febrero, su primera exposición fué una hora (media hora para la espalda y media hora para el frente) y se aumentó una hora por día hasta que estuvieron recibiendo todo el sol posible. En algunos de los niños de piel más oscura la exposición pudo ser aumentada aún más rápidamente, sin producir eritema. En marzo y abril, cuando el sol estaba más rico en luz ultravioleta, las exposiciones algunas veces tenían que ser disminuídas, especialmente durante las primeras pocas exposiciones. Con el propósito de que la dieta y las medidas previas antirraquíticas pudieran ser controladas para que los efectos de la exposición de la luz pudieran ser determinados lo más seguro posibles, los niños fueron mantenidos bajo observación durante dos semanas antes de empezar el tratamiento. Se los mantuvo lo más cerca posible en la dieta que recibieron con prioridad a la admisión al hospital, con excepción de un aumento en los elementos alimenticios para que pudiera hacer frente al calórico requerido. Según pudo determinarse por sus historias, ninguno de los niños utilizados en estos estudios había tomado aceite de hígado de bacalao o alguna otra sustancia antirraquítica.

Se tomaron los roentgenógramas de los puños y se hicieron determinaciones de calcio y fósforo en el suero de sangre. La concentración de calcio en el suero fué hecha por el método de Kramer (11), con 2 c.c. de suero y la concentración inorgánica de fósforo en el suero por el método de Fiske (12) con un c.c. de suero. Después del período preliminar de dos semanas de observación, ésto fué repetido, y cuando no había cambios en los roentgenógramas y en la sangre, los niños eran colocados en el solarío. Durante su estada en el solarío los roentgenógramas se repetían una vez por semana, y las determinaciones de calcio y fósforo del suero de la sangre, se hacían cada dos semanas.

(11) Kramer, Benjamín: J. Biol. Chem. 47: 475 (Agosto) 1921.

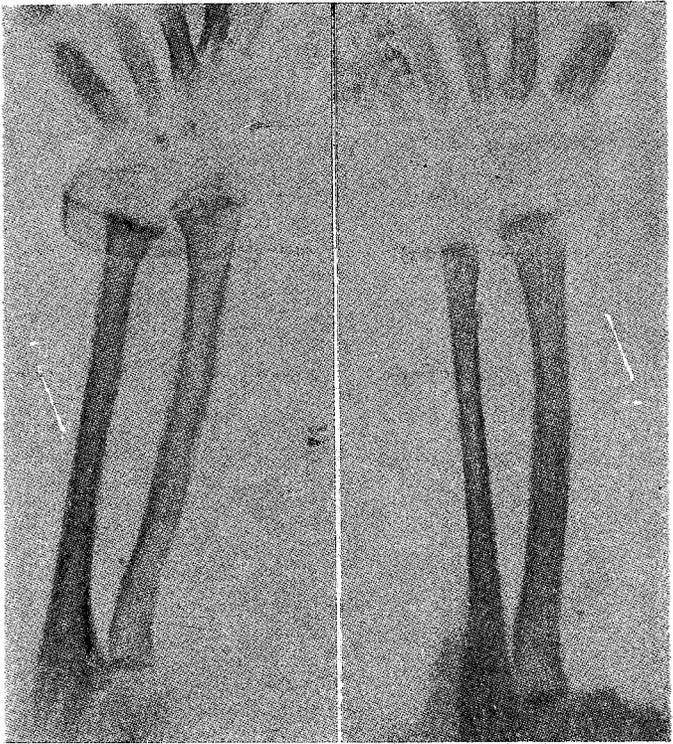
(12) Fiske, J. Biol. Chem. 66: 375, 1925.



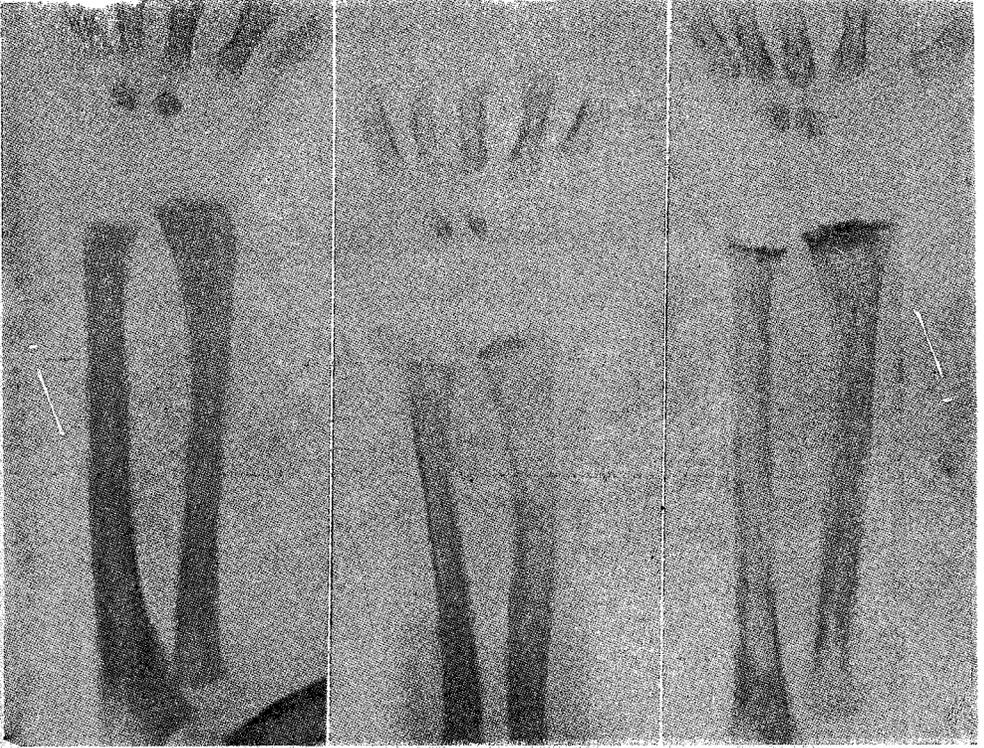
(Fig. 6). Roentgenógramas de los huesos del brazo de A. F. edad 5 meses, cuya condición fué diagnosticada como raquitismo y espasmofilia. Se observó densidad creciente del epífisis y diáfisis de los huesos. La figura de la izquierda muestra el estado en 20 de noviembre de 1928, la de la derecha, el 19 de enero de 1929.



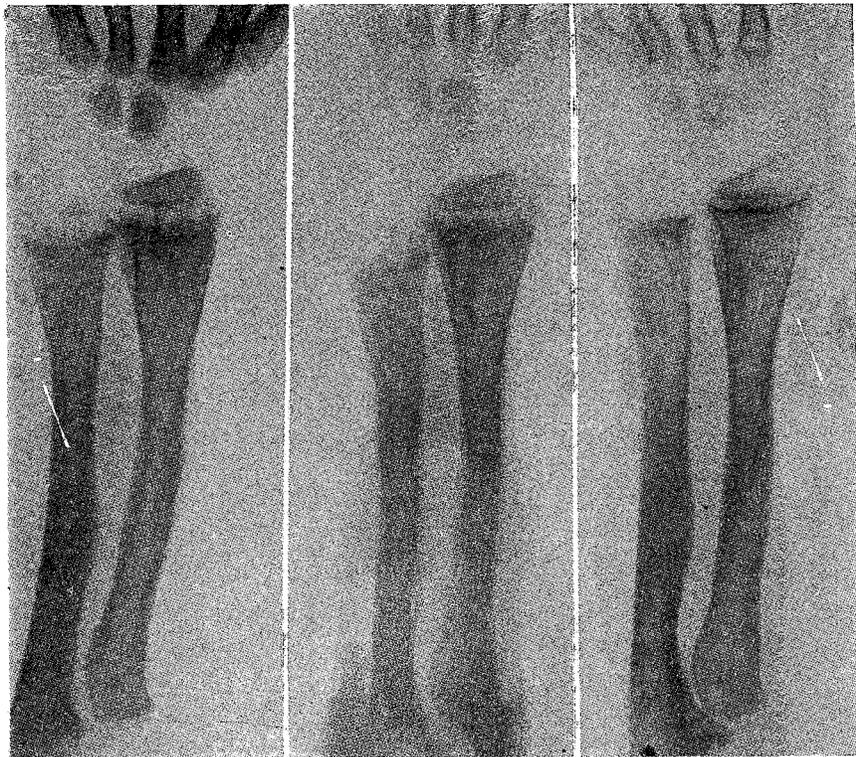
(Fig. 7). Roentgenógramas de los huesos del brazo de A. M. de dos meses, cuya condición fué diagnosticada de raquitismo y espasmofilia. Calcificación creciente del epífisis y diáfisis que se manifiesta en el aspecto de los centros carpianos de osificación. La figura de la izquierda muestra el estado al 9 de enero de 1929; la de la derecha, el del 8 de marzo de 1929.



(Fig. 8). Roentgenógramas de los huesos del brazo de M. S., de 11 y  $\frac{1}{2}$  meses, cuyo estado fué diagnosticado como raquitismo. La figura de la derecha tomada el 23 de febrero de 1929, muestra marcado aumento en calcificación de la epífisis y diáfisis. La figura de la izquierda muestra el estado en enero 9 de 1929.



(Fig. 9). Roentgenógramas de los huesos de los brazos de C. K., de siete meses, cuyo estado fué diagnosticado como raquitismo y espasmofilia. Ninguna evidencia de curación se vió durante el período de observación sin tratamiento antiraquíutico, desde el 24 de enero al 2 de febrero; entonces se notó curación progresiva hasta el roentgenógrama tomado el 22 de marzo que mostró aumento definido en la calcificación de la epífisis y diáfisis con la aparición de otro centro carpiano. La figura de la izquierda muestra el estado el 24 de enero de 1929; en el centro, el 2 de febrero de 1929; y el de la derecha, el 22 de marzo de 1929.



(Fig. 10). Roentgenógramas de los huesos del brazo de M. de W. de edad 4 años y cinco meses, cuyo estado se diagnosticó como raquitismo. Ninguna evidencia de curación se mostró en los roentgenógramas tomados del 19 al 26 de enero de 1928, período de observación sin tratamiento antiraquíutico; desde entonces se notó aumento progresivo de calcificación hasta los últimos roentgenógramas, tomados el 20 de marzo de 1929 que mostraron una definida curación que tenía lugar bajo la apariencia de dos centros carpianos más. La fig. de la izquierda muestra el estado del paciente al 19 de enero de 1928; la del centro el 26 de enero de 1928 y la de la derecha, el 20 de marzo de 1929.

## SUMARIO :

Un análisis obtenido de los resultados de este estudio muestra:

1. — Los niños expuestos durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero se tostaron profundamente (fig. 4). Los tratados después de marzo 1°, sin embargo, se tostaron más rápidamente (fig. 5).

2. — En la mayoría de los casos, empezando dentro de dos semanas de exposición, hubo un aumento sostenido en la proporción de fósforo - calcium.

Tabla 2. — Efecto antirraquítico de luz solar a través de Celoglass; proporción de calcium y fósforo antes y después de la exposición. En esta tabla el fósforo y calcium inorgánico de la sangre se da en miligramos por 100 c.c. de serum sangre.

Tabla 2ª. El efecto antirraquítico de la luz solar, a través del Celoglass; proporción de calcio y de fósforo antes y después de la exposición: (\*)

Nombre	Edad Meses	Horas de Expo- sición	Periodos de Exposición	Calcio		Fósforo		Producto de Calcio con Fósforo	
				Antes	Después	Antes	Desp.	Antes	Después
A. F.	5	252	Nov. 16 a Enero 10	5,8	11,7	4,1	5,8	23,78	67,86
R. M.	11 1/2	206	Dic. 4 a Enero 10	8,4	10,9	2,3	6,5	19,32	70,85
A. M.	2	201	Enero 11 a Marzo 8	4,2	19,9	7,3	6,3	30,66	68,67
M. S.	11 1/2	161	Enero 12 a Feb. 23	10,2	10,4	3,2	6,1	32,64	63,44
G. K.	7	145	Enero 29 a Marzo 22	6,6	10,0	4,0	5,7	26,40	57,00
B. R.	5	224	Enero 31 a Marzo 20	10,4	12,0	2,2	6,9	22,88	82,80
I. de A.	8 1/2	226	Feb. 2 a Marzo 20	10,0	11,2	2,5	7,1	25,00	79,52
M. de W.	53	200	Feb. 2 a Marzo 20	8,3	11,8	3,4	7,7	28,22	90,86
V. C.	6	188	Feb. 4 a Abril 5	8,2	9,6	2,9	5,6	23,78	53,76
R. D.	6	220	Feb. 19 a Abril 20	8,4	11,6	4,0	7,4	33,60	85,84
J. O.	17	157	Feb. 23 a Abril 5	7,6	10,0	2,3	6,2	17,48	62,00
I. D.	20	225	Feb. 25 a Marzo 28	7,4	14,0	2,8	6,4	20,72	89,60
E. E.	15	110	Marzo 22 a Mayo 25	7,0	11,1	4,7	7,8	32,90	86,58
J. K.	12	220	Marzo 31 a Mayo 23	10,5	11,2	2,3	7,7	24,15	86,24
R. H.	14	164	Mayo 12 a Junio 19	6,0	10,3	5,0	6,4	30,00	65,92

(\*) En esta Tabla la sangre inorgánica de calcio y de fósforo es dada en miligramos por 100 c.c. de sangre suero.

3. — La deposición de calcium como se ve en los roentgenogramas, podían verse siguiendo la exposición después de la segun-

da semana en todos los casos, con la calcificación continuando en aumento a través del período de observación. (figs. 6, 7, 8, 9 y 10).

Por lo tanto se justifica para concluir que los niños e infantes con raquitismo pueden ser curados por la luz del sol en Boston (latitud 42° 21') exponiéndolos durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo a la luz del sol transmitida por medio del Celoglass.

El Dr. James L. Gamble dirigió las determinaciones de calcium y fósforo para este estudio y el Dr. C. C. Voet, roentgenologista del Hospital de niños, proporcionó los roentgenógramas. Quedamos reconocidos al Dr. Kenneth D. Blackfan por su interés y consejo en este estudio.

EDWIN T. WYMAN, PHILIP DRINKER  
Y CATHARINE H. MACKENZIE (Boston)

---