

Este documento es una reproducción del resumen presentado en la XV Conferencia Anual sobre Ciencias del Ejercicio y Medicina Deportiva “La Ciencia en los Deportes de Raqueta”, realizada en San Juan, Puerto Rico, en Marzo de 2001. Aunque algunos conceptos han sido modificados por la investigación de los últimos 15 años, otros se mantienen vigentes. Se invita a los lectores a enviar sus comentarios a mi correo electrónico: [luis.aragon@ucr.ac.cr](mailto:luis.aragon@ucr.ac.cr)



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## **La hidratación, el equilibrio de fluidos y electrolitos, y la ingesta de carbohidratos, en relación con el rendimiento en deportes de raqueta.**

Luis Fernando Aragón V., Ph.D., FACSM  
Catedrático, Universidad de Costa Rica  
Gatorade Sports Science Institute

La actividad física normalmente conlleva un aumento en la producción de calor por el cuerpo. Un mecanismo muy importante y efectivo para regular la temperatura corporal es la sudoración, ya que la evaporación del sudor enfría la piel y favorece la termoregulación. Sin embargo, esta sudoración puede hacer perder grandes cantidades de agua y algunos electrolitos. Las fluctuaciones en el agua corporal total y el volumen sanguíneo influyen sobre la habilidad del cuerpo de mantener la homeostasis durante el ejercicio aeróbico, especialmente bajo estrés por calor. También afectan el rendimiento en deportes de carácter intermitente como los deportes de raqueta, debido a su intensidad (períodos breves sumamente intensos alternados con breves descansos) y duración (un juego de tenis puede durar entre 60 minutos y 5 horas).

Del agua total del cuerpo, que es aproximadamente 2/3 partes de la masa corporal total, una parte considerable está adentro de las células. Este líquido intracelular representa aproximadamente un 65% del agua corporal total; el líquido intersticial representa un 26%, y el plasma alrededor del 8% del agua corporal total. Esta distribución del agua entre los diferentes "compartimientos" del cuerpo es dinámica, y se ve afectada considerablemente por el ejercicio y la exposición al calor.

Cuando el cuerpo está en un equilibrio apropiado entre las pérdidas de líquido y su ingesta, se dice que hay un estado de euhidratación. Deshidratación es el proceso dinámico de pérdida de agua corporal. Cuando existe un déficit de agua corporal, se dice que hay hipohidratación, mientras que si hay un exceso, se habla de hiperhidratación.

### **Problemas de la hipohidratación:**

Para entender los beneficios de una hidratación óptima, es primero indispensable entender cuáles son las consecuencias de la hipohidratación. Las consecuencias son, en

términos prácticos, dos: disminuye el rendimiento físico, y aumenta la probabilidad de sufrir problemas por calor.

La hipohidratación aumenta el esfuerzo cardiovascular durante el estrés por ejercicio y calor, por la disminución en el volumen sanguíneo total y el aumento en el volumen sanguíneo en la piel. Esto puede darse a tal extremo que sea imposible mantener el gasto cardíaco.

La hipohidratación disminuye el rendimiento durante ejercicios de tipo aeróbico, tanto en clima caliente como templado. En condiciones de déficit de líquido corporal, el  $VO_2\text{max}$  es menor y por lo tanto existe una limitación clara al rendimiento deportivo de tipo aeróbico. En los deportes de tipo intermitente como el tenis, la menor capacidad cardiovascular y el menor consumo máximo de oxígeno pueden limitar claramente la habilidad de recuperación entre los períodos de esfuerzo más intenso. Además, está claramente demostrado que la hipohidratación por sí misma disminuye la tolerancia fisiológica al estrés por calor. Por ejemplo, los sujetos hipohidratados que se ejercitan en el calor se fatigan a temperaturas rectales más bajas que los sujetos euhidratados.

En términos de termorregulación, la hipohidratación aumenta la tasa de almacenamiento de calor y disminuye la capacidad de disipar el calor. A una temperatura rectal dada, los sujetos hipohidratados tienen una menor tasa de sudoración y un menor flujo de sangre hacia la piel, lo cual limita tanto la pérdida de calor por evaporación como por el intercambio de calor seco. El resultado es una mayor temperatura rectal bajo las mismas condiciones climáticas y la misma intensidad de ejercicio. Se calcula que la temperatura central aumenta entre 0.1 y 0.23 °C por cada 1% de pérdida de peso por deshidratación. La hipohidratación no solamente produce mayores temperaturas centrales, sino que neutraliza las ventajas que tendría un sujeto con buena aptitud física aeróbica o con buena aclimatación al calor. Al verse comprometida la termorregulación, aumenta el riesgo de agotamiento por calor y de golpe de calor.

Debido a que la hipohidratación afecta tanto la termorregulación como la función cardiovascular, su perjuicio sobre el rendimiento físico es especialmente notable durante el ejercicio en el calor. El calor ambiental no solamente puede obedecer a la fuerte radiación del sol, como ocurre en las canchas de tenis al aire libre en climas tropicales, sino también puede ser un problema en las canchas de racquetball, squash, y otros deportes de raqueta bajo techo, cuando la ventilación es poca y la humedad ambiental es alta. Es en estas condiciones en que se hace especialmente importante mantener una buena ingesta de líquido para evitar la deshidratación.

Muchos de los efectos del déficit de agua sobre la termorregulación y el rendimiento físico se han logrado establecer mediante la comparación entre condiciones en que se permite a los sujetos reponer el agua perdida y condiciones en las que no. Por lo tanto, es claro que todos los problemas mencionados anteriormente se pueden evitar manteniendo la euhidratación durante la actividad física. Se han podido comprobar varios beneficios fisiológicos de la ingesta de líquidos durante el ejercicio en el calor, a saber: una menor frecuencia cardíaca, menor osmolaridad del plasma, menor percepción del esfuerzo, y

menor temperatura central, gracias a un mayor volumen sanguíneo, mayor volumen latido, mayor gasto cardíaco y mayor flujo sanguíneo a la piel.

### **Suministro de sodio y otros electrolitos:**

Por ser el principal electrolito que se pierde por sudoración, el sodio ha sido ampliamente estudiado en los últimos 15 años como ingrediente necesario de las bebidas deportivas. Aunque el sudor tiene una concentración de sodio más baja que la sangre (típicamente entre 20 y 80 mEq/L, comparado con aproximadamente 140 o más mEq/L), la cantidad que se pierde con la sudoración profusa puede ser considerable. La presencia de sodio en las bebidas deportivas cumple varias funciones, a saber: estimular la ingesta de líquido, asegurar suficiente sodio en el lumen intestinal para facilitar la absorción, proveer el empuje osmótico para la conservación del volumen de líquido extracelular, y ayudar a conservar el líquido ingerido sin que éste sea eliminado por orina.

Los electrolitos juegan un papel clave al mantener la ingesta de fluidos y promover la hidratación. La ingesta voluntaria de fluidos durante la actividad física se puede promover añadiendo a éstos una pequeña cantidad de cloruro de sodio. La absorción de sal hacia el flujo sanguíneo previene la caída temprana de la osmolaridad del plasma por debajo del umbral de la sed, de manera que ayuda a mantener el deseo de beber. Después de la actividad física, es indispensable la reposición del sodio y el cloruro que se perdieron en el sudor para una rehidratación rápida y completa. Por estas razones, las bebidas deportivas deben tener por lo menos 100 mg de sodio por cada porción de 250 ml.

Otros electrolitos como el potasio y el magnesio se añaden primordialmente con el propósito de reponer la pérdida por sudoración y orina, pero no cumplen un papel tan importante como el sodio.

### **Importancia del suministro de carbohidratos:**

Las publicaciones científicas de la última década muestran que el rendimiento durante el ejercicio intermitente de alta intensidad se puede ver beneficiado con la suplementación de carbohidratos. El uso de los carbohidratos tiene dos partes: la suplementación durante la dieta normal y corriente, con el propósito de recuperar u optimizar las reservas de glucógeno muscular, y la ingesta durante el ejercicio, para colaborar con la necesidad de oxidación de altas cantidades de CHO durante el esfuerzo. Este suministro de carbohidratos para la práctica del tenis es sumamente importante, ya que en este deporte es normal que se alternen esfuerzos de muy alta intensidad con períodos breves de recuperación, tanto durante los juegos como durante las prácticas o entrenamientos. Este patrón se puede mantener a lo largo de 70 minutos a varias horas. El gasto energético en estas condiciones es muy alto, y las fibras musculares dependen en gran medida del glucógeno muscular para lograr una producción adecuada de ATP. Es frecuente alcanzar niveles muy bajos de glucógeno muscular al final de este tipo de ejercicio.

Se ha demostrado que las dietas ricas en carbohidratos producen niveles de glucógeno muscular más altos, lo cual a su vez puede mejorar el rendimiento deportivo en pruebas de laboratorio y aún de campo (en fútbol y hockey sobre hielo). Cuando el calendario de juegos o prácticas deportivas no permite varios días de descanso entre un esfuerzo y otro, es sumamente importante que la ingesta de carbohidratos sea muy alta, especialmente en las primeras horas después del juego. La recuperación es muchísimo mejor si se ingieren alrededor de 50 g de carbohidratos inmediatamente después del juego, y otros 50 g a las 2 y las 4 horas post-ejercicio.

Para analizar el efecto de la ingesta de carbohidratos **durante** el ejercicio, Simard, Tremblay & Jobin (1988) estudiaron a siete jugadores de hockey sobre hielo de nivel élite en condiciones de juego. A cada jugador se le evaluó durante dos juegos distintos, uno con suplementación de carbohidratos, el otro con un placebo, 4.5 horas después de una comida estandarizada. Estos jugadores recibieron bebida antes de (926 mL de una solución de 10% glucosa o sacarina con jugo de limón), y durante los juegos (113.5 mL de las mismas soluciones a los 20 y 40 minutos del juego). En la condición de ingesta de CHO se ingirió un total de 100 g CHO antes del juego y 20 g durante éste. Se midió el glucógeno muscular antes y después de los juegos, así como el tiempo total de juego, la distancia recorrida, y la velocidad promedio de cada jugador. Los jugadores patinaron una distancia 10.2% mayor, y la utilización neta de glucógeno fue 10.3% menor, con la suplementación de carbohidratos.

Nicholas y colaboradores (1995) diseñaron una prueba de carrera intermitente para simular lo que ocurre durante un juego típico de soccer, rugby, o baloncesto. Ellos le pidieron a nueve jugadores de deportes de conjunto que ejecutaran dos sesiones de ejercicio, siete días aparte, después de un ayuno de 10 horas. Cada prueba estaba compuesta de dos secciones. En la primera, los jugadores corrieron en forma intermitente durante 75 minutos en bloques de 15 minutos cada uno, haciendo piques, trotando, y caminando. En la segunda, corrieron alternando intensidades de 55% y 95%  $VO_{2max}$  hasta la fatiga. El orden de las pruebas fue aleatorio. Los sujetos ingirieron 5 mL/kg de peso corporal antes del ejercicio, y 2 mL/kg de peso corporal cada 15 minutos a partir de ese momento. Las bebidas eran una solución de carbohidratos al 6.9%, o un placebo. La bebida con carbohidratos y electrolitos permitió que los sujetos corrieran más tiempo hasta la fatiga ( $8.9 \pm 1.5$  vs.  $6.7 \pm 1.0$  min). Esto representa un aumento en la resistencia a la fatiga de 33%.

También se ha reportado que la suplementación con carbohidratos tiene un efecto positivo sobre el rendimiento en el tenis. En un estudio donde se simuló un juego de tenis, McCarthy et al. (1997) le suministraron a los participantes una bebida con carbohidratos y electrolitos, o una bebida placebo. La precisión con que los jugadores golpeaban la pelota disminuyó significativamente hacia el final de la sesión en que bebieron placebo, mas no así en la sesión en que bebieron líquido con carbohidratos y electrolitos.

En otro estudio de simulación de juego de tenis, Vergauwen et al. (1998) realizaron pruebas antes y después de una sesión de práctica intensiva de dos horas de duración. Los

sujetos se presentaron a la prueba en tres ocasiones, en las cuales recibieron (en orden balanceado) una bebida placebo, bebida con carbohidratos, o bebida con carbohidratos y cafeína. Tanto el rendimiento en la prueba de carrera de ir y venir como las pruebas de destreza en los golpes de raqueta se deterioraron después de las dos horas de práctica intensiva cuando los tenistas ingirieron la bebida placebo, pero el deterioro fue significativamente menor cuando se ingirió la bebida con carbohidratos. La presencia de cafeína no representó ninguna ventaja en este caso. Los autores concluyeron que la suplementación con carbohidratos mejora la calidad de los golpes de raqueta en la parte final de la práctica prolongada del tenis.

Por lo tanto, a pesar de que la ingesta de líquido es sumamente importante, gran parte de la mejoría en el rendimiento en los deportes de raqueta con la ingesta de bebidas deportivas obedece a la ingesta de carbohidratos. Existe bastante evidencia científica de que hay una utilización neta disminuída de glucógeno muscular, cuando las personas ingieren carbohidratos durante el ejercicio intermitente y de alta intensidad. De ahí que tenga aún más lógica la ingesta de bebidas deportivas debidamente formuladas, y no solamente agua pura, para la rehidratación durante la práctica del tenis.

En los deportes de raqueta, además de las funciones cardiovascular, energética y termorregulatoria, las destrezas motrices juegan un papel crucial. Si estas destrezas se deterioran con la deshidratación, eso puede afectar considerablemente el rendimiento de los jugadores en la fase final de los juegos, en un momento crítico. Existen algunos reportes de deterioro de destrezas motrices y mentales con la deshidratación, específicamente en fútbol o también en destrezas más generales. Sin embargo, se necesita mayor investigación en esta área para llegar a conclusiones más claras.

### **Estrategias de hidratación para deportes de raqueta:**

La hidratación ideal para los deportes de raqueta como el tenis, persigue exactamente las mismas metas que la hidratación para la práctica de cualquier otra clase de actividad física: reponer el líquido perdido por sudoración para evitar la deshidratación, y suministrar los carbohidratos y electrolitos que pudieran ser necesarios. Para mantener la euhidratación, es necesario compensar las pérdidas de agua por sudoración con suficiente ingesta de líquidos antes, durante y después del ejercicio. La cantidad de líquido que pierden las personas desde sedentarias hasta sumamente activas, va desde 2 a 4 L por día en clima templado, hasta 4 a 12 L por día en clima caliente y húmedo. Como la pérdida de fluidos varía mucho de un individuo a otro, es conveniente conocer la tasa de sudoración de cada uno.

Para los deportes de raqueta, se recomienda beber suficientes fluidos antes, durante, y después de la actividad física. Como recomendación promedio, que debe ajustarse a las necesidades individuales, se recomienda beber 1 ó 2 tazas (8-20 onzas, o 250-600 mL) de fluido al menos dos horas antes del ejercicio, para ayudar a garantizar que se empieza con un nivel de hidratación adecuado, y para dar tiempo de eliminar cualquier exceso de líquido en la orina. Durante el ejercicio, debe beber de 1 a 2 tazas cada 15 minutos, tratando de equiparar la ingesta con la pérdida de líquido por sudor, o una cantidad tan

similar como sea tolerable sin sentirse incómodo. Pruebe con volúmenes mayores, y ajuste las cantidades de fluido según sus necesidades individuales. En los deportes con raqueta como el tenis, se pueden aprovechar los frecuentes descansos entre puntos para beber cantidades más pequeñas que las indicadas anteriormente, pero en forma más seguida.

Después de la actividad física, usted deberá beber más de lo que siente que es necesario, porque la sed no es una buena guía bajo estas condiciones, y porque la pérdida de líquido continúa después del ejercicio debido a la orina y por la sudoración adicional. Beba más de un litro (cuatro tazas) de fluido por cada kilogramo (2.2 lb) de peso perdido. Debido a la pérdida de sal en el sudor, debe haber suficiente sal (sodio y potasio) en la bebida o los alimentos que se ingieran en este momento.

Conforme a la sugerencia de Shi y Gisolfi (1998), la bebida ideal para ingerir durante la práctica de ejercicio intermitente debe tener una osmolaridad entre 250 y 370 mOsm/L, una concentración de carbohidratos entre 5 y 7%, y se debe usar una combinación de varios carbohidratos transportados activamente en el intestino. Este tipo de bebidas puede vaciarse tan rápidamente del estómago como el agua, y puede ser absorbido fácilmente en el intestino, a la vez que suministra energía en forma de carbohidratos para los músculos activos. Es sumamente importante que esta bebida sea del agrado del deportista, para promover una óptima ingesta.

Se podría asumir que si la euhidratación implica una serie de ventajas fisiológicas y de rendimiento sobre la hipohidratación, la hiperhidratación sería aún mejor. Sin embargo, la evidencia que respalda esta idea es aún bastante incompleta y confusa, de manera que se considera que la hiperhidratación no conlleva ningún beneficio adicional más que el logrado con una hidratación óptima durante la actividad física en el calor.

Para terminar, vale la pena recordar que las competiciones, a pesar de ser el momento cumbre de la práctica del deporte, representan a menudo solamente una fracción del tiempo dedicado a la disciplina deportiva. Las sesiones de práctica o entrenamientos son sumamente importantes, e influyen en una serie de hábitos y posibilidades que se van a ver reflejadas luego en la competición. Además, las sesiones de práctica ocurren a menudo con suficiente frecuencia como para limitar la recuperación entre una sesión y otra, por lo cual se hace indispensable establecer prácticas que permitan un rendimiento óptimo, tanto en el entrenamiento como en la competición. Estas prácticas debe incluir, definitivamente, la ingesta frecuente y continua de bebidas deportivas para reponer el líquido, electrolitos y carbohidratos que el cuerpo necesita.

### **Referencias claves:**

1. Akermark C, Jacobs I, Rasmusson M, & Karlsson J. (1996). Diet and muscle glycogen concentration in relation to physical performance in swedish elite ice hockey players. *Int J Sport Nutr*, 6, 272-284.
2. Aragón-Vargas LF. (2000). Metabolic and Performance Responses to Carbohydrate Intake During Exercise. Maughan RJ, & Murray R (Editors), *Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects* (pp.

153-182). Boca Raton, FL: CRC Press.

3. Aragón-Vargas LF, & Madriz-Dávila K. (2000). Incomplete warm-climate, post-exercise rehydration with water, coconut water, or a sports drink. Med Sci Sports Exerc, 32 (5), S238.
4. Aragón-Vargas LF, Maughan RJ, Rivera-Brown A, Meyer F, Murray R, de Barros TL, García PR, Sarmiento JM, Arroyo F, Javornik R, Matsudo VKR, Salazar W, & Lentini N. (1999). "Actividad Física en el Calor: Termorregulación e Hidratación en América Latina". Resúmenes del VII Simposio de Actualización en Ciencias del Ejercicio Rosario, Argentina: Biosystem Servicio Educativo.
5. Armstrong LE; Maresh CM; Gabaree CV; Hoffman JR; Kavouras SA; Kenefick RW; Castellani JW, and Ahlquist LE. (1997). Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. J Appl Physiol. 82(6):2028-2035.
6. Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsøe, F. (1992). The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. Int J Sports Med, 13(2), 152-157.
7. Bergeron, M. F., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. Clin Sports Med, 14(1), 23-32.
8. Coyle EF. (1998). Cardiovascular Drift During Prolonged Exercise and the Effects of Dehydration. Int J Sports Med. 19:S121-S124.
9. Coyle EF and Hamilton M. (1990). Fluid replacement during exercise: Effects on physiological homeostasis and performance. In Gisolfi CV and Lamb DR, editors, Perspectives in exercise science and sports medicine. Fluid homeostasis during exercise. 281-308. ().
10. Coyle EF and Montain SJ. (1993). Thermal and cardiovascular responses to fluid replacement during exercise. In Gisolfi CV; Lamb DR, and Nadel ER, editors, Perspectives in exercise science and sports medicine: Exercise, heat, and thermoregulation. 179-223.
11. Ferrauti A, Weber K, & Struder HK. (1997). Metabolic and ergogenic effects of carbohydrate and caffeine beverages in tennis. J Sports Med Phys Fitness, 37(4), 258-266.
12. González-Alonso J. (1998) Separate and Combined Influences of Dehydration and Hyperthermia on Cardiovascular Responses to Exercise. Int J Sports Med. 19:S111-S114.
13. González-Alonso J; Mora-Rodríguez R; Below P, and Coyle EF. (1995). Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. J Appl Physiol. 79(5):1487-1496.
14. González-Alonso J; Mora Rodríguez R; Below PR, and Coyle EF. (1997) Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. J Appl Physiol. 82(4):1229-1236.
15. Gopinathan, P. M., Pichan, G., & Sharma, V. M. (1988). Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. Arch Environ Health, 43(1), 15-17.
16. Hargreaves M, Costill DL, Coggan A, Fink WJ, & Nishibata I. (1984). Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. Med Sci Sports Exerc. 16(3), 219-222.
17. Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, Skrinar GS, Fielding RA, Matott Rp, & Pandolf KB. (1997). Hyperhydration: Thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. J Appl Physiol, 83(3), 860-866.

18. Leatt PB, & Jacobs I. (1989). Effect of glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. Can J Sports Sci, 14, 112-116.
19. McCarthy PR, Thorpe R, & Williams C. (1997). The influence of a carbohydrate beverage on endurance capacity and tennis hitting performance following a simulated tennis match. Journal of Sports Science, 15, 17-18.
20. Montain SJ and Coyle EF. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physiol. 73(4):1340-1350.
21. Montain SJ; Sawka MN; Latzka WA, and Valeri CR. (1998) Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: influence of exercise intensity. Int J Sports Med. 19(2):87-91.
22. Murray R, & Stofan JR. (2000). Formulating Carbohydrate-Electrolyte Drinks for Optimal Efficacy . Muaghan RJ, & Murray R (Editors ), Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects (pp. 197-224). Boca Raton FL: CRC Press.
23. Nicholas CW, Green PA, Hawkins RD, & Williams C. (1997). Carbohydrate intake and recovery of intermittent running capacity. Int J Sport Nutr, 7, 251-260.
24. Nicholas CW, Williams C, Lakomy HKA, Phillips G, & Nowitz A. (1995). Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high intensity shuttle running. Journal of Sports Science, 13, 283-290.
25. Pizza F, Flynn M, Duscha B, Holden J, & Kubitz E. (1995). A carbohydrate loading regimen improves high intensity, short duration exercise performance. Int J Sport Nutr, 5, 110-116.
26. Sawka MN. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. Med Sci Sports Exerc. 24(6):657-670.
27. Sawka MN and Coyle EF. (1999). Influence of Body Water and Blood Volume on Thermoregulation and Exercise Performance in the Heat. Exerc Sport Sci Rev. 27:167-218.
28. Shi X, & Gisolfi CV. (1998). Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. Sports Med, 25(3), 157-172.
29. Simard C, Tremblay A, & Jobin M. (1988). Effects of carbohydrate intake before and during an ice hockey match on blood and muscle energy substrates. Res Q Exerc Sport, 59, 144-147.
30. Solera A, Salazar W, & Passe D. (1999). Influence of dehydration and rehydration on cognitive processes. Med Sci Sports Exerc. 31(5s), S199.
31. Vergauwen, L., Brouns, F., & Hespel, P. (1998). Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. Med Sci Sports Exerc. 30(8), 1289-95.
32. Yaspelkis, B. B. 3., Patterson, J. G., Anderla, P. A., Ding, Z., & Ivy, J. L. (1993). Carbohydrate supplementation spares muscle glycogen during variable-intensity exercise. J Appl Physiol, 75(4), 1477-1485.