

VARIACIONES FOTOMETRICAS EN LA ESTRELLA B IOTA HERCULIS

E. Chapellier, J.M. Le Contel, J.C. Valtier
 S. González-Bedolla¹, D. Ducatel, P.J. Morel,
 J.P. Sareyan, I. Geiger, P. Antonelli

Observatoire de Nice, France

1. Instituto de Astronomía, UNAM, México

RESUMEN. Se presentan observaciones fotométricas y espectrográficas de la variable B3 IV-V Iota Herculis. Una variación de corto período es detectada en los datos fotométricos con amplitud aproximada de 0.01 mag. en un filtro ultravioleta y con período de 0.12 ó 0.14 días. La misma escala de tiempo está presente en las variaciones de la velocidad radial y en los cocientes de intensidad de líneas, sin embargo, la forma principal de la curva de velocidad radial tiende hacia una mayor escala temporal.

Se discute la relación de Iota Herculis con el grupo β CMa y se confirma la existencia de variaciones de este tipo fuera de la región clásica y hacia temperaturas más bajas.

ABSTRACT. Spectrographic and photometric observations of the B Type variable star Iota Herculis are presented. A short period variation is detected in the photometric data. The amplitude is around 0.01 mag. in an UV filter and the period equal to 0.12 or 0.14 day. The same time scale is present in the variations of radial velocity data and line intensity ratio. However the main feature in the RV curve is a trend over a longer time scale.

The relation of Iota Herculis with the β CMA group is discussed we confirm the existence of β CMA-like variations outside the instability strip towards lower temperatures.

Key words : PHOTOMETRY -- STARS-SPECTRUM VARIABILITY -- STARS-VARIABLE

INTRODUCCION

El descubrimiento de variabilidad en el perfil de líneas espectroscópicas en la región del diagrama HR que rodea a las variables β CMa indujo a Smith (1977) a proponer la existencia de un nuevo grupo de variables, llamadas desde entonces 53 Persei (por el prototipo), estas estrellas, entre O9 y B5, son rotadores lentos cuyos períodos (de 3.6 hrs. a 2 días) atribuidos a modos de pulsación no radial son generalmente calculados a partir de variaciones encontradas en observaciones de alta resolución en el perfil de líneas espectroscópicas.

Fue Edwars (1937) quien primero anunció que Iota Herculis (HR 6588, $V = 3.8$, B3IV-V) tenía variaciones periódicas de perfil de líneas, estableciendo un período de 0.1434 días en las variaciones de la razón de intensidades de las líneas de Mg II 4482 Å y He I 4388 Å, posteriormente Leckrone (1971) encuentra también variaciones en el perfil de líneas y usando un método de ajuste de perfiles para determinación de períodos Smith y Buta (1981) encuentran dos períodos dominantes: 0.579 d. en abril, junio, julio 1977; 0.413 d. en agosto 1976, marzo y agosto 1977 además de un cambio abrupto de período en agosto de 1977 de 0.413 d. a 0.2 d. en un lapso de 3 días.

González Bedolla (1981) detectó variaciones fotométricas con una escala de tiempo cercana a 0.06 días y una amplitud aproximada de 0.02 mag. en el filtro V de Johnson, estas variaciones en escalas cortas de tiempo fueron también señaladas por Smith (1981) en la intensidad de seis líneas débiles; más recientemente, Rogerson (1984) muestra que variaciones en las velocidades radiales ultravioleta pueden ser representadas por una suma de dos senoides con períodos iguales a 1.515 y 1.618 días y amplitudes 2K iguales a 9.18 y 8.11 Km/seg respectivamente.

OBSERVACIONES

Fotométricamente, Iota Herculis fue observada en Mayo de 1981 con el telescopio de 83 cm del Observatorio de San Pedro Mártir, Baja California (México) y en mayo y julio de 1983 con el telescopio de 60 cm. del Observatorio de Nice situado en Pico Veleta, Granada (España), las curvas de luz obtenidas para algunas noches se muestran en la Fig. 1.

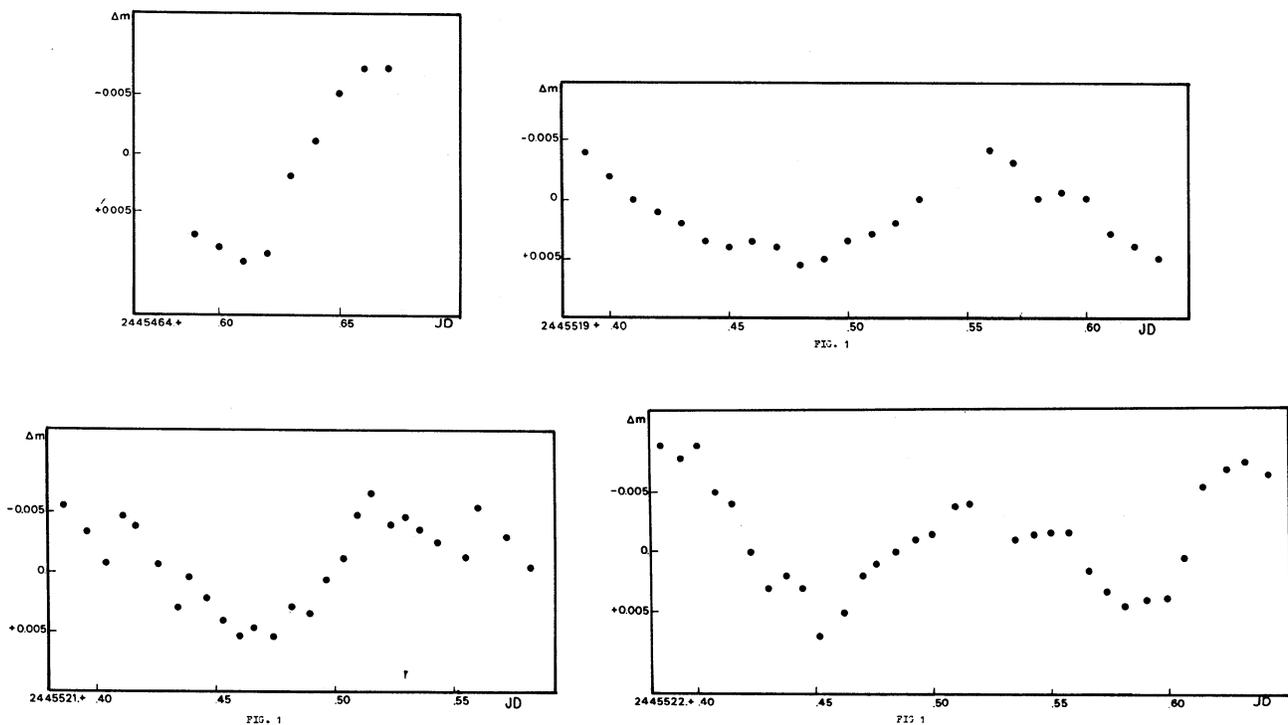


Fig. 1. Curvas de luz en UV obtenidas en España (1983).

El análisis de las curvas de luz para 1983 muestra dos frecuencias que aparecen con amplitud semejante (0.008 mag) a 7.03 c/d (0.14 d) y 8.08 c/d (0.12 d), sin embargo, los datos no permiten discriminar entre los dos valores que corresponden claramente a un "alias" de 1 c/d además, frecuencias a escalas más cortas de tiempo no fueron encontradas.

Espectroscópicamente se obtuvieron durante 3 noches de mayo de 1983, con placas IIa0, 42 espectros (12.25 Å/mm.) con el espectrógrafo Coude de el telescopio de 152 cm del Observatorio de Haute Provence (Francia). Las velocidades radiales finales reducidas al Sol se muestran en la Fig. 2, una variación es observada en cada noche con un rango aproximado de 3 Km/seg, en esta figura se han dibujado también los valores del cociente de intensidades de las líneas de He I 4387Å y MgII 4481Å, una clara variación (cercana a $\pm 10\%$) sobre una escala de tiempo semejante a las variaciones fotométricas es observada en 2 noches.

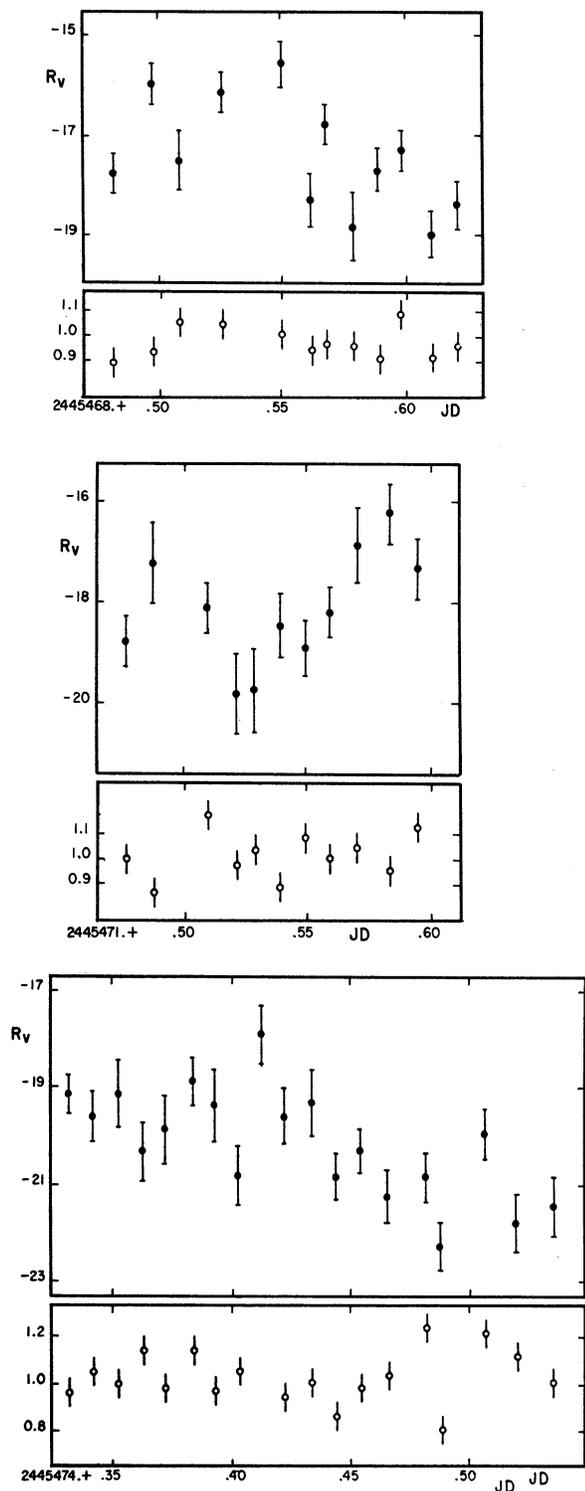
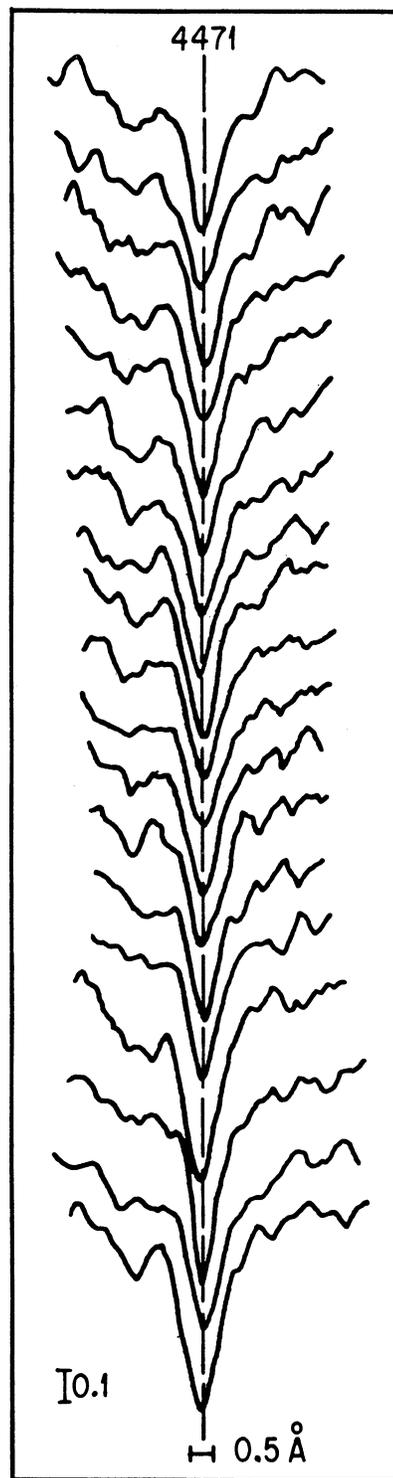


Fig. 2. Arriba: variaciones de velocidad radial en Iota Herculis durante 3 noches; las barras corresponden a $\pm \sigma$. Abajo: cocientes de profundidad central de la línea He I 4387 sobre el doblete Mg II 4481.

Fig. 3. Perfiles de línea para He I 4471 y (He 4469(durante la noche 2445474.



Para el caso de las velocidades radiales el espectro Fourier de potencias muestra un pico principal centrado aproximadamente en 8.5 c/d (0.12 d), un ajuste no lineal por una sinusoida da una amplitud de $2K = 1.5$ Km/seg, aparte de estos cambios se muestra en la figura 3 la variación más importante encontrada en el perfil de la línea de He I 4469Å con respecto a la línea 4471Å, sin embargo, ninguna escala de tiempo pudo ser encontrada.

DISCUSION

Considerando una $T_{\text{eff}} = 15000^{\circ}\text{K}$, $\log g = 4$ y $V_{\text{sini}} = 0$ la depresión central de estas 2 líneas es respectivamente $R_{\text{He}} = 0.2$ y $R_{\text{Mg}} = 0.68$, mientras que para $T_{\text{eff}} = 20000$ $R_{\text{He}} = 0.51$ y $R_{\text{Mg}} = 0.55$, o sea que para $T = 5000^{\circ}\text{K}$ la variación del cociente $R_{\text{Mg}}/R_{\text{He}}$ es del orden de 50% entonces la variación de 20% observada debería corresponder a una T_{eff} del orden de 1000 a 2000°K, este valor es muy semejante al necesitado por Smith (1981) para explicar las variaciones de la intensidad de las líneas "fantasmas" por variaciones de temperatura debidas a oscilación no radial, sin embargo, las observaciones fotométricas no confirman tan altas variaciones de temperatura, pero sí muestran la existencia de variaciones en el continuo ultravioleta de Iota Herculis con una amplitud cercana a 0.01 mag y un período de 0.14 ó 0.12 días.

Usando los índices β y C_0 (2.661 y 0.288 respectivamente) dados por Philip (1976) se encuentra con la relación de Balona y Shobbrook (1984) $M_V = -1.73$, las dos estimaciones del período fotométrico dan entonces constantes de pulsación iguales respectivamente a 0.026 y 0.030 los cuales están cercanos al valor medio de 0.0295 obtenido por Shobbrook (1985) para las estrellas βCMA .

Si consideramos que las variaciones fotométricas en Iota Her son semejantes a las variaciones de las estrellas βCMA , el cociente $2K/\Delta b$ entre la velocidad radial y las amplitudes de luz deberá estar cercano a 500 Km/seg mag, suponiendo entonces que la amplitud en el filtro B es el 60% del filtro UV se deberán observar variaciones en la velocidad radial con una amplitud de 3 ± 2 Km/seg. Aunque la dispersión en las medidas de velocidad radial impiden una determinación precisa del período, el ancho pico presente en el espectro de potencias puede proveer del corto período claramente detectado en fotometría cuya amplitud está de acuerdo con el período esperado.

La escala de tiempo más grande claramente visible en los datos de velocidad radial podría estar relacionado a las lentas variaciones ($P \sim 1.5$ días) detectadas por Rogerson (1984). Ambos conjuntos de datos (fotométricos y espectroscópicos) no se ajustan a los períodos de variación de perfil obtenidos por Smith (1978); por otro lado, estos resultados confirman que Iota Her como γ y 22 Ori observados por Balona y Engelbrecht (1985) exhiben características de estrellas βCMA y de variables lentas. Estas estrellas podrían ser una unión importante entre las estrellas β Cephei clásicas y las estrellas B intermedias observadas recientemente por Waelkens y Rufener (1985). Tanto en la frontera caliente de la región del diagrama HR ocupada por las estrellas βCMA y la fría parece no existir un corte claro en las características de variabilidad de las estrellas B y O tardías.

REFERENCIAS

- Abt, H. A., Levy, S. G. 1978, *Astrophys. J. Suppl.* 36, 241.
 Auer, L. H., Mihalas, D. 1973, *Astrophys. J. Suppl.* 25, 433.
 Balona, L., Engelbrecht, C., A. 1985, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 214, 559.
 Balona, L., Shobbrook, R. R. 1984, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 211, 375.
 Ducatel, D., Le Contel, J. M., Sareyan, J. P., Valtier, J. C. 1981, *Astron. Astrophys. Suppl.* 43, 359.
 Edwards, D. L. 1937, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 97, 99.
 Gonzalez Bedolla, S. 1981, *Workshop on Pulsating B stars*, p. 203, Eds. GEVON, Sterken, C., Nice.
 Heard, J. F. 1939, *Publ. Am. Astron. Soc.* 9, 155.
 Leckrone, D. S. 1971, *Astron. Astrophys.* 11, 387.
 Le Contel, J. M., Ducatel, D., Jarzembowski, T., Jerzykiewicz, M., Valtier, J. C. 1983, *Astron. Astrophys.* 118, 294.
 Le Contel, J. M., Valtier, J. C., Sareyan, J. P., Zribi, G., Baglin, A. 1974, *Astron. Astrophys. Suppl.* 15, 115.
 Petrie, R. M., Petrie, W. 1939, *Publ. Dom Astrophys. Obs. Victoria* 7, 189.
 Philip, D. A. G. 1976, *Dudley Obs. Reports No.* 12.
 Rogerson, J. B. Jr. 1984, *Astron. J.* 89, 1876.

- Sareyan, J. P., Le Contel, J. M., Valtier, J. C. 1976, *Astron. Astrophys. Suppl.* 25, 129.
Shobbrook, R. R. 1985, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 214, 33.
Smith, M. A. 1977, *Astrophys. J.* 215, 574.
Smith, M. A. 1978, *Astrophys. J.* 224, 927.
Smith, M. A. 1979, *Tucson Workshop on Non radial Pulsation* ed. H. Hill.
Smith, M. A. 1981, *Astrophys. J.* 246, 905.
Smith, M. A., Buta, R. J. 1981, *Astrophys. J.* 232, L 193
Smith, M. A., Fitch, W. S., Africano, J. L., Goodrich, B. D., Halbedel, W., Palmer, L. H., Henry, G. W. 1984, *Astrophys. J.* 282, 226.
Smith, M. A., Stern, S. A. 1979, *Astron. J.* 84, 1363.
Snijders, M. A. J., Lamers, H. J. 1975, *Astron. Astrophys.* 41, 245.
Waelkens, C., Rufener, F. 1985, *Astron. Astrophys.* 152, 6.

S. González Bedolla: Instituto de Astronomía, UNAM, Apartado Postal 70-264, México, D. F.
04510 México.

E. Chappellier, J.M. Le Contel, J.C. Valtier, D. Ducatel, P.J. Morel, J.P. Sareyan, I. Geiger
P. Antonelli: Observatoire de Nice, B. P. 139, F06003 Nice, Cedex, Francia.