

MONOGRÁFICO COLUMNA

Diagnóstico radiográfico de pacientes con fracturas por compresión vertebral



E. Arana

Servicio de Radiodiagnóstico. Fundación IVO, Valencia. Red Española de Investigadores en Dolencias de la Espalda (REIDE), España

Recibido el 20 de diciembre de 2023; aceptado el 10 de junio de 2024

Disponible en Internet el 13 de junio de 2024

PALABRAS CLAVE

Fracturas vertebrales;
Fracturas
osteoporóticas;
Metástasis
neoplásicas;
Resonancia
magnética;
Variación observador;
Densitometría

KEYWORDS

Spinal fractures;
Osteoporotic
fractures;
Neoplasm metastasis;
Magnetic resonance
imaging;
Observer variation;
Densitometry

Resumen La compresión vertebral por fractura osteoporótica vertebral (FOV) es habitualmente un problema diagnóstico y coincide con el grupo de edad de las fracturas vertebrales metastásicas (FVM). Aunque la radiografía es la primera prueba diagnóstica, habitualmente es insensible para detectar desmineralización y lesiones de partes blandas. La resonancia magnética (RM) es la prueba de elección. Los signos de imagen más indicativos de FOV son el signo de la hendidura (señal de líquido intravertebral), otras fracturas sin edema intraóseo y la edad. Entre los más relacionados con FVM se encuentran la tumoración paravertebral y las asimetrías en los pedículos vertebrales. Sin embargo, la reproducibilidad de estos signos de imagen en la práctica clínica es moderada.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Diagnostic imaging in patients with vertebral compression fractures

Abstract Vertebral compression fractures by osteoporosis (OVF) is usually a diagnostic problem and coincides on the age group of metastatic vertebral compression fractures (MVF). Although radiography is the first diagnostic technique, generally is not accurate for depicting demineralization and soft tissue lesions. Magnetic resonance (MRI) is the diagnostic choice. The most relevant signs are Intravertebral fluid collection or fluid signal, other vertebral deformities without edema and older age. Among the most relevant findings for diagnosis MVF are soft tissue mass and pedicle intensity signal asymmetries. However, reproducibility of these findings in clinical practice is moderate.

© 2024 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La osteoporosis aparece con frecuencia en el envejecimiento y la fractura vertebral es la más frecuente de las que pueden ocurrir^{1,2}. La existencia de la fractura sin anteceden-

Correo electrónico: Estanis.Arana@ext.uv.es

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.06.007>

1888-4415/© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Tabla 1 Hallazgos radiológicos que aumentan el riesgo de colapso vertebral

Predictores de colapso vertebral	Técnica de imagen
Frente hinchada, tipo biconcava y tipo proyección <i>swelled-front, bow-shaped and projecting type fracture</i>	Rx
Osteonecrosis	RM
Lesión muro posterior	Rx, RM
Signo de hendidura	RM
Fractura por estallido (clasificación AO)	Rx, TC

tes traumáticos que la justifiquen es diagnóstica en sí misma de osteoporosis, independientemente de cuál sea el resultado de la densitometría³. El diagnóstico de fractura por osteoporosis vertebral (FOV) indica la búsqueda de su etiología, la instauración de tratamiento para la osteoporosis y la adopción de medidas preventivas para reducir el riesgo de que aparezcan más fracturas³. Sin embargo, las FOV están habitualmente infradiagnosticadas por múltiples razones, siendo la principal que suelen ser asintomáticas, sólo detectadas mediante técnicas de imagen⁴. Y aún con radiografías, pasan desapercibidas hasta en un 50%⁵. Se estima que un tercio de las FVO no son nunca diagnosticadas⁶. Se han publicado estudios que detectan fracturas vertebrales con algoritmos automáticos. Todavía muestran resultados no satisfactorios, donde con radiografía presentan una precisión diagnóstica similar al radiólogo experto⁷. También con tomografía computarizada (TC) en estudios por cualquier motivo. Su sensibilidad es de 0,68 y la especificidad del 0,91; con peores rendimientos en otros países. Sus autores indican que estos resultados no son generalizables al resto de la población⁸.

Un gran impedimento es que la prueba diagnóstica habitual para diagnosticar osteoporosis, la densitometría, tiene grandes limitaciones. Así, en población española se ha comprobado que el 59% de pacientes con fractura vertebral, detectada por TC por otros motivos, tenían densitometría que no indicaba osteoporosis⁹.

Otra complicación es que estas fracturas habitualmente coexisten con el grupo de edad donde se presentan metástasis vertebrales (FVM), lo que hace que puedan confundirse con las debidas a osteoporosis, y fracturas de ambos tipos pueden coexistir en un mismo paciente.

Mitos en las fracturas vertebrales

Entre las ideas comúnmente extendidas que se deben desmentir, destacan dos. Una, que toda deformidad vertebral es fractura. Además de malformaciones congénitas (p.ej., vértebra en mariposa), existen irregularidades de las mesetas vertebrales constitucionales, no traumáticas y degenerativas. Y el otro mito, que indica que la fractura debe cursar con deformidad. La resonancia magnética (RM), entre otras técnicas, permite valorar fracturas trabeculares, antes de que exista deformidad cortical.

Estudios de imagen

La radiografía es la base del diagnóstico ante una sospecha de fractura y la prueba más habitualmente usada. Se

considera fractura una pérdida de altura $\geq 20\%$. Tampoco es adecuada en caso de sospecha de metástasis vertebrales, porque sólo detecta desmineralización cuando la pérdida ósea es $\geq 50\%$ ¹⁰. Aunque no hay criterios definidos para el diagnóstico de la fractura reciente⁴, habitualmente se clasifican según la clasificación semicuantitativa de Genant¹¹ en leve, moderada y grave. Todos los médicos involucrados en su diagnóstico y tratamiento deben evitar términos ambiguos como «acuñamiento», «colapso», «compresión», «pérdida de altura» o «deformidad en cuña» y llamarlos fracturas¹². Entre los distintos tipos de fracturas existen unos tipos con más riesgo de colapso vertebral¹³ (tabla 1).

Existen guías recientes para la indicación de pruebas diagnósticas, como las de medicina basada en pruebas (MBP, *evidence-based medicine* [EBM]) del *American College of Radiology* con sus criterios de adecuación¹⁴ (tabla 2).

La tomografía computarizada (TC) muestra las fracturas evidentes y el compromiso del conducto espinal, pero no permite visualizar el edema intraóseo y las lesiones de partes blandas. Puede visualizar el hematoma anexo en el traumatismo agudo, pero es muy inferior a la RM en la delimitación del contraste de los tejidos¹⁵. Su otra gran limitación es la dosis. Mientras la dosis efectiva de una radiografía es 2,5 mSv y la dosis de la densitometría es 0,01–0,05 mSv, la dosis de un segmento de TC de columna es 6,0 mSv¹³. Su ventaja es el menor coste respecto la RM y la amplia disponibilidad en hospitales no complejos, donde no esté disponible la RM. Esta es la prueba de elección, tanto para establecer el diagnóstico de FOV como para intentar descartar su origen neoplásico³, por su mayor resolución de contraste, capacidad multiplanar y ausencia de radiación ionizante.

Entre las secuencias de imagen en RM para diferenciar FVO y FVM, están las potenciadas en fase y fuera de fase. Se basan en que la médula ósea normal pierde intensidad de señal en fuera de fase por su mayor componente graso, pero la presencia de metástasis hace que no pierda intensidad de señal (fig. 1).

Existe una constelación de signos en imagen que hacen más probable el diagnóstico de FOV frente a FMV, siendo los más habituales¹⁶:

- Formación en hendidura («señal fluido»): un área homogénea de hipointensidad T1 y alta intensidad en T2 se define con signo en hendidura o «señal fluido» que se asocia a FOV más que a FMV (fig. 2).
- Patrón de intensidad de señal vertebral: un reemplazo completo o parcial de la intensidad de señal vertebral se asocia a FMV, sin embargo, un patrón tipo banda indica más probablemente FOV (fig. 3). Este edema vertebral se

Tabla 2 Indicaciones de pruebas diagnósticas como apropiadas para fracturas vertebrales por compresión según ACR *Appropriateness Criteria*. Sólo se indican las adecuadas

Nueva fractura vertebral sintomática por compresión en radiografía. No neoplasia

Técnica	Categoría de adecuación
RM columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada
TC columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada

Nueva fractura vertebral sintomática por compresión en radiografía. Historia de neoplasia

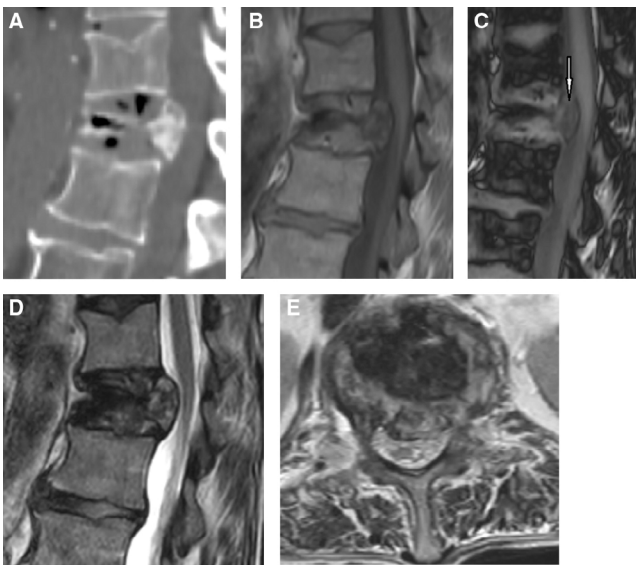
RM columna segmentario sin y con contraste	Habitualmente adecuada
TC columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada
RM columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada

Fractura vertebral asintomática por compresión en radiografía. Historia de neoplasia

RM columna segmentario sin y con contraste	Habitualmente adecuada
TC columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada
RM columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada

Nueva lumbalgia. Historia de fracturas vertebrales tratadas o múltiples

TC columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada
RM columna segmentario sin contraste	Habitualmente adecuada

Fuente: Khan et al.¹⁴.**Figura 1** A. Imagen sagital de TC de fractura compresión en T12. Obsérvese el gas en la columna anterior, así como el gas intradiscal. B. Imagen sagital de RM potenciada en T1 en fase. Nótese el área hipointensa en columna anterior que corresponde al gas intraóseo observado en TC. C. Imagen sagital de RM potenciada en T1 en fuera de fase. La médula ósea normal pierde intensidad de señal (se hace hipointensa), salvo el hueso infiltrado con médula ósea patológica (flecha) en columna media. D. Imagen sagital de RM potenciada en T2. Permite distinguir la invasión del conducto espinal con mejor precisión que las imágenes en T1. E. Imagen axial de RM potenciada en T2. Nótese la protrusión convexa del fragmento óseo en conducto espinal.**Figura 2** Imagen sagital de RM potenciada en T2. Nótese el signo de fluido como hiperintenso en T2, asociado a fracturas agudas en T2 (flechas). Así mismo otras fracturas osteoporóticas crónicas, entre las dos flechas y craneal a la flecha horizontal.

considera agudo, persistiendo hasta 2 meses. Las fracturas vertebrales crónicas (> 3 meses) no lo presentan.

- Afectación de pedículos: la existencia y asimetría de la intensidad de señal en la mitad posterior del pedículo hace más probable el diagnóstico de FMV¹⁷ (fig. 4). En esta descripción se incluyen áreas de intensidad de señal

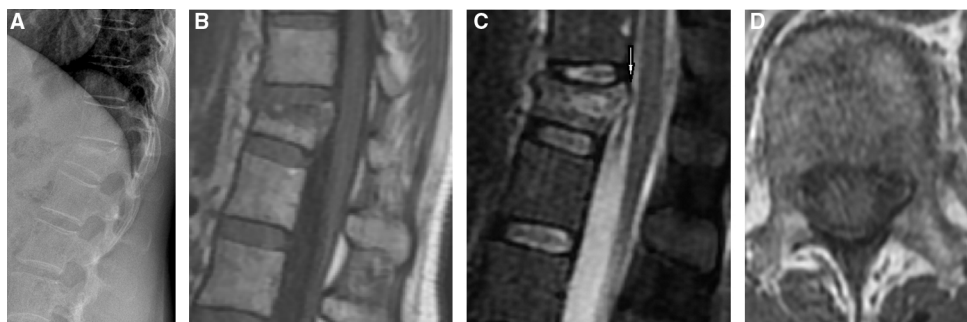


Figura 3 A. Mujer de 52 años con antecedentes de carcinoma de mama HER2+++ sin tratamiento actual, que acude por dolor en hipocondrio derecho. Radiografía lateral donde se observa fractura grado 1 en T12. B. Imagen sagital de RM potenciada en T1 donde se aprecia la hipointensidad en banda de la mitad superior vertebral debida al edema intraóseo. C. Imagen sagital de RM potenciada en T2 con saturación grasa donde se aprecia la retropulsión convexa de la columna media en conducto espinal (flecha), además del edema intraóseo. D. Imagen axial de RM potenciada en T1. Nótese simetría en la intensidad de señal de los pedículos vertebrales.



Figura 4 Imagen axial de RM potenciada en T1. Asimetría de hipointensidad de señal con afectación de pedículo derecho (flecha) por metástasis.

tipo focal¹⁶. Además, las metástasis que afectan a la lámina vertebral tienen más riesgo de cursar con compresión medular sintomática¹⁸, mientras que sólo un 22% de las metástasis en el cuerpo vertebral afectan esta localización¹⁹.

- Contorno del borde vertebral posterior: se consideraba que si la fractura presenta una distorsión del borde posterior convexo hacia el conducto espinal es más probable que sea FMV¹⁷. Sin embargo, estos hallazgos son igualmente observables en FOV¹⁷ (fig. 3C).

Se analizaron todos estos signos en un estudio de cohorte de pacientes con fracturas vertebrales. Se realizó un modelo multivariante, que los recoge como se observan en la práctica clínica y se obtiene una razón de probabilidades (*odds ratio* [OR]); si es > 1 aumenta la probabilidad creciente del diagnóstico concreto frente al otro. Los signos más predictivos son: para FMV, tumoración focal paraespinal y cambios de intensidad de señal (depósitos) focales en pedículos vertebrales¹⁶. Asimismo, más indicativo para FOV, son la edad, otras deformidades por compresión sin edema intraóseo y formación de hendidura o señal líquido (tabla 3). De todas formas, cuando confluyan estos signos de imagen, es más probable la patología maligna (fig. 5).

Se deben mencionar que en estas fracturas vertebrales se presentan artículos o aplicaciones web, que se denominan basados en MBP²⁰, y se anuncian como pronosticadores del

Tabla 3 Variables asociadas a fractura vertebral metastásica

	OR
Tumoración focal paraespinal	7,87
Depósitos focales en pedículos vertebrales	4,8
Edad	0,94
Otras deformidades por compresión sin edema intraóseo	0,15
Formación de hendidura o señal líquido	0,11

OR: *odds ratio* (razón de probabilidades). Si es > 1 aumenta la probabilidad creciente del diagnóstico concreto (evento).

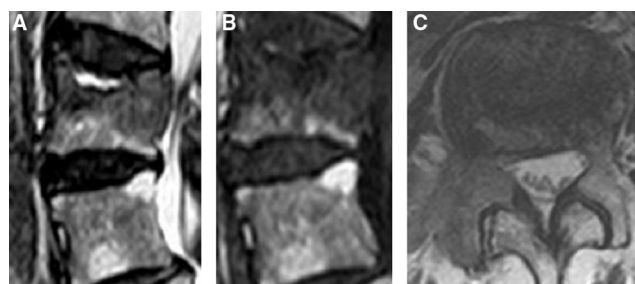


Figura 5 A. Imagen sagital de RM potenciada en T2. Se observa fractura de L2 con signo de fluido con hiperintensidad de señal en el platillo superior, pero lesión hipointensa subyacente. B. Imagen sagital de RM potenciada en T1. Se observa la hipointensidad de señal horizontal en el platillo superior, confundida con la lesión hipointensa subyacente. C. Imagen axial de RM potenciada en T1. Se aprecia la hipointensidad de señal con destrucción de pedículo derecho por metástasis.

tipo de fractura basados en los signos mencionados de RM. Sin embargo, sólo recientemente se ha establecido la reproducibilidad de estos signos de imagen en RM²¹. Es moderado el acuerdo interobservador entre diferentes especialistas en la práctica clínica y no depende de la experiencia de los mismos ni de la complejidad del hospital²¹.

Debemos conocer las serias limitaciones de la MBP²², generalmente motivadas porque se confunde reproducibilidad y fiabilidad con acuerdo. Una de ellas, es que las propias

pruebas diagnósticas en las que se debe basar la MBP son inconsistentes o no se ha demostrado la fiabilidad de las mismas²³.

En resumen, la prueba más indicada para la correcta valoración es la RM y para FOV, los signos más indicativos son formación de hendidura o señal líquido, otras deformidades por compresión sin edema intraóseo y la edad.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Consideraciones éticas

1. No experimentación en animales.
2. No intervienen pacientes o sujetos humanos, ya que es un artículo de revisión.
3. No incluye un ensayo clínico ni parte del mismo.
4. Todos los datos mostrados en las figuras y tablas incluidas en el manuscrito se recogen en el apartado de resultados y las conclusiones.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

1. Hamdy RC. Vertebral Compression Fractures - the Missed Opportunities. *J Clin Densitom.* 2016;19:1-2, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2016.01.001>.
2. Alsoof D, Anderson G, McDonald CL, Basques B, Kuris E, Daniels AH. Diagnosis and Management of Vertebral Compression Fracture. *Am J Med.* 2022;135:815-21, <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2022.02.035>.
3. Miller PD. Clinical Management of Vertebral Compression Fractures. *J Clin Densitom.* 2016;19:97-101, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2015.08.006>.
4. Lentle B, Trollip J, Lian K. The Radiology of Osteoporotic Vertebral Fractures Redux. *J Clin Densitom.* 2016;19:40-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2015.08.009>.
5. Li Y, Yan L, Cai S, Wang P, Zhuang H, Yu H. The prevalence and under-diagnosis of vertebral fractures on chest radiograph. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19:235, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-018-2171-y>.
6. Kutsal FY, Ergin Ergani GO. Vertebral compression fractures: Still an unpredictable aspect of osteoporosis. *Turkish J Med Sci.* 2021;51:393-9, <http://dx.doi.org/10.3906/sag-2005-315>.
7. Xu F, Xiong Y, Ye G, Liang Y, Guo W, Deng Q, et al. Deep learning-based artificial intelligence model for classification of vertebral compression fractures: A multicenter diagnostic study. *Front Endocrinol.* 2023;14:1025749, <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2023.1025749>.
8. Bendtsen MG, Hitz MF. Opportunistic Identification of Vertebral Compression Fractures on CT Scans of the Chest and Abdomen Using an AI Algorithm, in a Real-Life Setting. *Calcif Tissue Int.* 2024;114:468-79, <http://dx.doi.org/10.1007/s00223-024-01196-2>.
9. Alacreu E, Moratal D, Arana E. Opportunistic screening for osteoporosis by routine CT in Southern Europe. *Osteoporos Int.* 2017;28:983-90, <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-016-3804-3>.
10. Roberts CC, Daffner RH, Weissman BN, Brancroft L, Bennett DL, Blebea JS, et al. ACR appropriateness criteria on metastatic bone disease. *J Am Coll Radiol.* 2010;7:400-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2010.02.015>.
11. Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res.* 1993;8:1137-48, <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.5650080915>.
12. Delmas PD, van de Langerijt L, Watts NB, Eastell R, Genant H, Grauer A, et al. Underdiagnosis of vertebral fractures is a worldwide problem: the IMPACT study. *J Bone Miner Res.* 2005;20:557-63, <http://dx.doi.org/10.1359/JBMR.041214>.
13. Sih IM, Shimokawa N, Zileli M, Fornari M, Parthiban J. Osteoporotic vertebral fractures: radiologic diagnosis, clinical and radiologic factors affecting surgical decision making: WFNS spine committee recommendations. *J Neurosurg Sci.* 2022;66:291-9, <http://dx.doi.org/10.23736/S0390-5616.22.05636-3>.
14. Khan MA, Jennings JW, Baker JC, Smolock AR, Shah LM, Pinchot JW, et al. ACR Appropriateness Criteria® Management of Vertebral Compression Fractures: 2022 Update. *J Am Coll Radiol.* 2023;20:S102-24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2023.02.015>.
15. Erlemann R. Imaging and differential diagnosis of primary bone tumors and tumor-like lesions of the spine. *Eur J Radiol.* 2006;58:48-67, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.12.006>.
16. Thawait SK, Kim J, Klufas RA, Morrison WB, Flanders AE, Carrino JA, et al. Comparison of Four Prediction Models to Discriminate Benign From Malignant Vertebral Compression Fractures According to MRI Feature Analysis. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200:493-502, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.11.7192>.
17. Kato S, Hozumi T, Yamakawa K, Saito M, Goto T, Kondo T. META: An MRI-based scoring system differentiating metastatic from osteoporotic vertebral fractures. *Spine J.* 2015;15:1563-70, <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2015.03.011>.
18. Hamamoto Y, Kataoka M, Senba T, Uwatsu K, Sugawara Y, Inou T, et al. Vertebral metastases with high risk of symptomatic malignant spinal cord compression. *Jpn J Clin Oncol.* 2009;39:431-4, <http://dx.doi.org/10.1093/jjco/hyp039>.
19. Algra PR, Heimans JJ, Valk J, Nauta JJ, Lachniet M, van Kooten B. Do metastases in vertebrae begin in the body or the pedicles? Imaging study in 45 patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1992;158:1275-9, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.158.6.1590123>.
20. Wang KC, Jeanmenne A, Weber GM, Thawait SK, Thawait S, Carrino JA. An online evidence-based decision support system for distinguishing benign from malignant vertebral compression fractures by magnetic resonance imaging feature analysis. *J Digit Imaging.* 2011;24:507-15, <http://dx.doi.org/10.1007/s10278-010-9316-3>.
21. Arana E, Kovacs FM, Royuela A, Asenjo B, Nagib F, Pérez-Aguilera S, et al. Metastatic Versus Osteoporotic Vertebral Fractures on MRI: A Blinded Multicenter, and Multispecialty Observer Agreement Evaluation. *J Natl Compr Cancer Netw.* 2020;18:267-73, <http://dx.doi.org/10.6004/jnccn.2019.7367>.
22. Fava GA. Evidence-based medicine was bound to fail: a report to Alvan Feinstein. *J Clin Epidemiol.* 2017;84:3-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.01.012>.
23. Feinstein AR, Horwitz RI. Problems in the «evidence» of «evidence-based medicine». *Am J Med.* 1997;103:529-35, [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343\(97\)00244-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343(97)00244-1).