

# Utilización de los modelos multinivel en investigación sanitaria

M.J. Catalán-Reyes<sup>a</sup> / M.P. Galindo-Villardón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Estadística. Instituto de Matemáticas y Física. Universidad de Valparaíso. Valparaíso. Chile.

<sup>b</sup>Departamento de Estadística. Universidad de Salamanca. Salamanca. España.

Correspondencia: M.J. Catalán Reyes. Departamento de Estadística. Universidad de Valparaíso. Avenida Gran Bretaña, 1111. Valparaíso. Chile. Correo electrónico: monica.catalan@uv.cl

Recibido: 2 de mayo de 2002.  
Aceptado: 26 de junio de 2003.

## (Use of multilevel models in health research)

### Resumen

**Objetivo:** El propósito de este artículo es analizar el uso de la metodología multinivel en las ciencias de la salud.

**Diseño:** Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en Medline de los artículos publicados entre 1995 y 2001, utilizando 15 palabras de búsqueda, entre las que se encuentran «*multilevel model*», «*multilevel analysis*», «*hierarchical linear model*», «*mixed model*» y «*random effects model*», obteniéndose un total de 1.288 resúmenes de artículos. Se examinaron los 222 artículos teóricos y/o aplicaciones realmente relacionadas con métodos multinivel, para determinar el nivel de uso actual, el tipo de modelo, el número de niveles, las unidades de análisis y las variables de respuesta a través de las especialidades en salud.

**Resultados:** El 66,7% de los artículos estudiados se encontraron con las palabras de búsqueda «*multilevel analysis*», «*multilevel modelling*» y «*multilevel model*». El 56% de los artículos son aplicaciones de multinivel en diferentes áreas de la salud; no obstante, merece destacar que un 10% de los trabajos tienen como objetivo exponer y difundir la metodología en un lenguaje comprensible para los no especialistas.

**Conclusiones:** El uso de los modelos multinivel en salud ha aumentado con los años, aplicándose en diferentes áreas o especialidades de salud, pero aún no se los considera una técnica de uso habitual.

**Palabras clave:** Análisis multinivel. Modelo multinivel. Modelización multinivel. Modelo lineal jerárquico. Modelos estadísticos.

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to analyze the use of multilevel methodology in health sciences.

**Design:** A literature search was performed in Medline for articles published between 1995 and 2001. Fifteen search words were used, some of which were «*multilevel model*», «*multilevel analysis*», «*hierarchical linear model*», «*mixed model*», and «*random effects model*». A total of 1288 abstracts were retrieved. Two hundred twenty-two of the articles on theoretical and/or applied issues related to multilevel methods were examined to determine their current use, the type of model, the number of levels, the units of analysis and the outcome variables related to health sciences.

**Results:** 66.7% of the articles studied was found with the keywords: «*multilevel analysis*», «*multilevel modelling*» and «*multilevel model*». Fifty-six percent of the articles were multilevel applications in different health sciences. However, in 10% of the articles, the main objective was to present and disseminate the methodology in a language comprehensible to non-specialists.

**Conclusions:** The use of multilevel modelling in health has increased with time and is being applied in different health areas and specialties. However, it is still not considered a commonly used technique.

**Key words:** Multilevel analysis. Multilevel model. Multilevel modelling. Hierarchical linear model. Statistical models.

### Introducción

En diversas áreas de investigación se ha observado la existencia de estructuras jerárquicas en los datos, producto de la agrupación de unidades dentro de otras unidades en diferentes niveles que conforma una jerarquía. En educación, por ejemplo, una estructura jerárquica en 3 niveles está dada

por los alumnos (unidad de nivel 1) agrupados dentro de cursos (unidad de nivel 2), y éstos a su vez dentro de colegios (unidad de nivel 3); en el campo de las ciencias sociales, los votantes agrupados dentro de distritos o áreas de votación conforman una estructura jerárquica de 2 niveles. En el área de la salud un ejemplo son los pacientes en el nivel 1, dentro de hospitales (nivel 2) y éstos a su vez agrupados dentro de áreas

geográficas (nivel 3). Las unidades dentro de cada grupo pueden presentar características similares y, a la hora de evaluar una o varias respuestas, el efecto que tendrá el grupo sobre las unidades individuales puede ser de gran importancia. Las observaciones dentro de cada grupo no serán independientes y, al aplicar los métodos de regresión clásicos, como la estimación por mínimos cuadrados, se violará el supuesto de independencia.

Supongamos un caso hipotético en el que se quiera estudiar a escala nacional la calidad de vida de los ancianos que viven en una residencia de forma permanente. En este caso se puede establecer una estructura jerárquica de 2 niveles, donde los ancianos se sitúan en el nivel 1 y las residencias en el 2. Podemos suponer que dentro de cada residencia los ancianos tienden a ser más similares en sus comportamientos y características, o más aún, las residencias presentan características propias, lo que puede afectar a la calidad de vida de los ancianos. Si la calidad de vida se considera una variable de respuesta de tipo continua ( $y$ ), a la que se le ajusta un modelo de regresión, considerando una variable independiente ( $x$ ), que representa alguna característica de los ancianos, podríamos encontrar como resultado una de estas 3 situaciones, tal como se observa en la figura 1: a) las rectas de regresión para cada residencia son iguales, lo que llevaría a considerar un único nivel en el análisis de los datos; b) las rectas de regresión difieren sólo en el intercepto, o c) difieren tanto en el intercepto como en la pendiente, lo que nos lleva a pensar en construir un modelo que considere los distintos niveles en la jerarquía de los datos.

Para hacer frente a esta problemática, aparece el análisis multinivel o análisis de niveles múltiples como una metodología estadística para el análisis de datos que presentan una estructura jerárquica. Sus primeras aplicaciones se desarrollan en el campo de las ciencias sociales, específicamente en el área de la educación<sup>1,2</sup>. En la década de los ochenta se publicaron

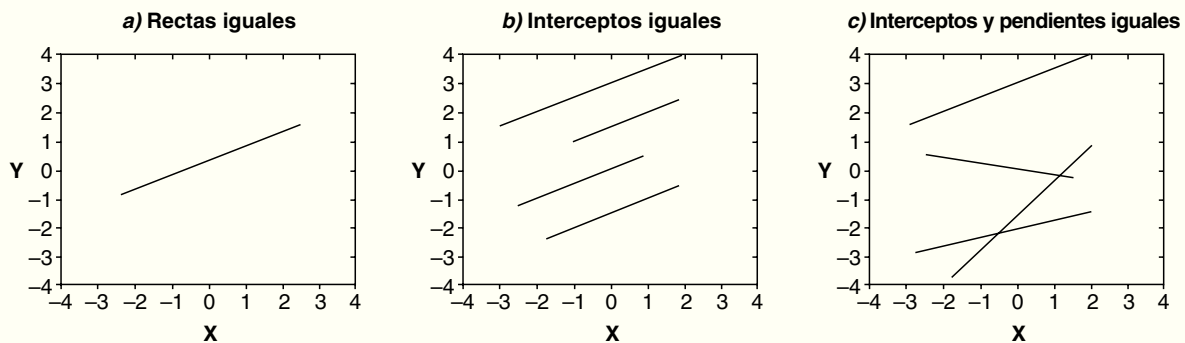
los primeros trabajos donde se proponen y desarrollan estas técnicas, y con la implementación de programas computacionales se permitió la utilización de los modelos para un uso práctico<sup>3</sup>. Los modelos multinivel<sup>4-6</sup>, desarrollados para variables de respuesta de tipo continua y discreta, también se aplican en datos de medidas repetidas, donde un individuo es medido en más de una ocasión o en datos longitudinales. Otras aplicaciones son los estudios de supervivencia y los metaanálisis.

Existe una amplia gama de nombres con los que se denomina a estos modelos, pero las palabras básicas dentro de la metodología son *multinivel*, *niveles* y *jerarquía*. Se habla de un modelo multinivel de 2 niveles cuando se aplica sobre datos que presentan una estructura jerárquica de 2 niveles. La definición de las estructuras jerárquicas, la unidad de análisis con la que se trabaja en cada nivel y el número de niveles en el modelo dependerán del conocimiento que se tenga sobre la población en estudio y de los objetivos de la investigación.

En el campo de la salud se reconoce la existencia de estructuras jerárquicas en los datos<sup>7-9</sup>, como por ejemplo en la evaluación de indicadores de salud que se distribuyen por áreas; en la satisfacción de los usuarios en relación con los especialistas que los asisten y el centro de salud donde se atienden; en pruebas clínicas donde se aplican diferentes tratamientos, y en la evolución de la salud de un paciente en el tiempo, entre otros. La necesidad de aplicar metodologías más allá de las puramente individualistas ha sido reconocida por diferentes autores<sup>10-12</sup>, lo que se ve reflejado en las recientes publicaciones de textos sobre multinivel en salud<sup>4-6</sup>.

Si bien existen trabajos que presentan las técnicas multinivel a modo de revisión de la metodología con énfasis en su aplicación en áreas específicas de salud, no hemos encontrado artículos que reúnan información sobre los modelos que se emplean con mayor frecuencia en este área, la evolución respecto del número de pu-

Figura 1. Ajuste de rectas de regresión para la calidad de vida de los ancianos en cuatro residencias; ejemplo hipotético.



blicaciones, los tipos de estructuras jerárquicas que se analizan y los temas de salud en que se han aplicado. Sobre esta base, nuestro propósito es proporcionar una descripción de las investigaciones sobre los modelos multinivel en salud, ya sea en el análisis de datos específicos o en la difusión de la metodología, por medio de una revisión bibliográfica de los artículos registrados en el período de enero de 1995 a diciembre de 2001 en la base de datos Medline, que contiene referencias bibliográficas de más de 4.000 revistas biomédicas publicadas en Estados Unidos y en otros 70 países, entre los que se encuentran Reino Unido, Países Bajos, Alemania, Italia, España, Canadá, Noruega, Suecia, Brasil y Grecia.

Los objetivos específicos de este trabajo son determinar la evolución del número de publicaciones sobre modelos multinivel en salud durante los últimos años, obtener datos sobre las revistas donde se publican los artículos, describir qué tipo de modelos se aplican y el número de niveles en la estructura jerárquica de los datos que se analizan, así como referir las unidades de análisis en los distintos niveles de la jerarquía, las variables de respuesta involucradas en los análisis y los temas de salud en que se aplican.

## Material y métodos

### Búsqueda de trabajos

El estudio se basa en una búsqueda bibliográfica, selección y descripción de los trabajos de investigación sobre modelos multinivel publicados en Medline entre enero de 1995 y diciembre de 2001.

Se procedió a la búsqueda en Medline mediante el servidor LWW-LIPPINCOTT, publicado por Lippincott Williams & Wilkins, disponible en la red de la Universidad de Salamanca desde su página web, ingresando en el Servicio de Biblioteca. Desde el listado de bases de datos se seleccionaron *Medline 1996 to december Week 3 2002* y *Medline 1993 to 1995*, lo que llevó posteriormente a especificar el período exacto establecido para el estudio (1995 a 2001).

Para identificar los artículos sobre modelos multinivel dentro de las bases de datos, se utilizaron 15 palabras de búsqueda: «*multilevel model*», «*multilevel analysis*», «*hierarchical model*», «*multilevel modelling*», «*hierarchical linear model*», «*multi-level analysis*», «*multi-level model*», «*multi-level modelling*», «*mixed model*», «*mixed linear model*», «*mixed no-linear model*», «*random effects model*», «*random coefficient model*», «*mixed linear model*», «*mixed no-linear model*», «*panel data model*». Las palabras de búsqueda que contienen los términos *multilevel* o *multi-level* y *hierarchical*, son palabras más específicas que hacen referencia

a la metodología, descritas en algunos de los textos publicados sobre multinivel<sup>3-5,13-14</sup>; las restantes son nombres más generales que abarcan un conjunto más amplio de modelos que el constituido por la técnica multinivel, pero que pueden tener intersección con las primeras.

Los límites establecidos en el proceso de búsqueda de los artículos sólo se refieren al año de publicación de los artículos (1995-2001) y a cada una de las palabras de búsqueda (15 palabras); no se establecieron otros límites. Para proceder a la indagación de los artículos, se escribió cada una de las palabras de búsqueda y el período de publicación, obteniendo así las referencias (autor, título, revista, año de publicación) y el resumen de cada una de las investigaciones, que fue grabado en formato de texto.

La selección de los artículos que pasaron finalmente a formar parte del estudio se realizó de la siguiente forma: por medio de la lectura de cada uno de los resúmenes de los artículos se seleccionaron las investigaciones que estaban realmente relacionadas con los modelos multinivel de nuestro interés, descartando los trabajos en que se aplicaban sólo modelos jerárquicos bayesianos, artículos repetidos por haberse identificado con diferentes palabras de búsqueda o por no pertenecer específicamente al área de salud de las personas.

El total de artículos encontrados en el procedimiento de búsqueda fue de 1.288. El total de artículos seleccionados para el estudio fue de 222 (tabla 1).

**Tabla 1. Artículos encontrados en Medline según palabras de búsqueda y artículos seleccionados para el estudio**

Palabra de búsqueda	Número de artículos encontrados	Número de artículos seleccionados	Porcentaje sobre selección
<i>Multilevel analysis</i>	94	83	37,4
<i>Multilevel modelling</i>	51	38	17,1
<i>Multilevel model</i>	36	27	12,2
<i>Hierarchical model</i>	160	23	10,4
<i>Hierarchical linear model</i>	16	12	5,4
<i>Multi-level modelling</i>	15	12	5,4
<i>Multi-level analysis</i>	21	11	5,0
<i>Multi-level model</i>	8	5	2,3
<i>Mixed model</i>	422	4	1,8
<i>Random coefficient models</i>	6	3	1,4
<i>Random effects model</i>	397	2	0,9
<i>Random coefficient model</i>	6	2	0,9
<i>Mixed linear model</i>	26	0	0,0
<i>Mixed no-linear model</i>	26	0	0,0
<i>Panel data model</i>	4	0	0,0
Total	1.288	222	100

Fuente: Medline; año de publicación: 1995 a 2001.

## Variables

Haciendo una lectura minuciosa del resumen y las referencias de cada una de las investigaciones seleccionadas, se registraron las siguientes variables: palabra de búsqueda, año de publicación, revista, país de la revista, modelo, número de niveles, unidad nivel 1, unidad nivel 2, unidad nivel 3, unidad nivel 4, variable respuesta, tema de salud.

La palabra de *búsqueda* corresponde a la palabra utilizada en la búsqueda en Medline de los trabajos seleccionados para el estudio; tiene 12 categorías: *multilevel model*, *multilevel analysis*, *hierarchical model*, *multilevel modelling*, *hierarchical linear model*, *multilevel analysis*, *multi-level model*, *multi-level modelling*, *mixed model*, *random effects model*, *random coefficient models*, *random coefficient model*. Año de publicación es el año en que se publicó el trabajo en la correspondiente revista: 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001. *Revista* es la revista en que se publicó la investigación. *País de la revista*, es el país de origen de la revista donde fue publicado el trabajo. *Modelo* se refiere al tipo de modelo multinivel aplicado a los datos en la investigación o a la explicación de la metodología multinivel en el campo de la salud, identificándose 12 categorías: *lineal*, donde hay una variable de respuesta continua; *logístico*, para variable de respuesta dicotómica; *longitudinal*, para una respuesta medida en diferentes tiempos u ocasiones, donde lo fundamental es la evolución en el tiempo; *medidas repetidas*, donde la respuesta se mide en diferentes ocasiones, pero lo fundamental no es el tiempo; *multinomial*, la respuesta tiene más de 2 categorías; *Poisson*, para recuento de eventos; *multivariante*, cuando se estudian varias respuestas; *multivariante-longitudinal*, para varias respuestas medidas en diferentes tiempos; *supervivencia*, donde la respuesta es la aparición de un evento; *clasificación cruzada*, para unidades que pertenecen a diferentes grupos; *metaanálisis*, para el análisis del tamaño del efecto de varios estudios; *metodología*, cuando el interés principal de la investigación es dar a conocer la metodología multinivel; la categoría *no específica* se utiliza cuando el resumen y las referencias no proporcionan información sobre el tipo de modelo.

*Número de niveles* se refiere al número de niveles de la estructura jerárquica de los datos a los que se aplicó un modelo multinivel. Aquí las categorías son de 2, 3 y 4 niveles, y *no específica* se utiliza para los artículos que no mencionan este dato.

*Unidad en el nivel 1* es el nombre de la unidad en el nivel 1 en la jerarquía de los datos. Las categorías de esta variable son diversas, y entre ellas cabe destacar: *individuo*, que engloba un conjunto de nombres de unidades, como persona, paciente, niño, embarazada, adulto, trabajador, etc.; *ocasión* se utiliza en mo-

delos para datos de medidas repetidas o longitudinales, donde en el nivel 1 de la estructuras jerárquica de los datos se sitúan las mediciones u ocasiones de medida sobre los individuos. *Unidad en el nivel 2* es el nombre de la unidad en el nivel 2 en la jerarquía de los datos; esta unidad agrupa a las unidades en el nivel 1. *Unidad en el nivel 3* es el nombre de la unidad en el nivel 3 en la jerarquía de los datos; esta unidad agrupa a las unidades en el nivel 2. *Unidad en el nivel 4* es el nombre de la unidad en el nivel 4 en la jerarquía de los datos; esta unidad agrupa a las unidades en el nivel 3.

*Variable respuesta* se utiliza en los casos en que se logra identificar la variable de respuesta desde el resumen de la investigación, que viene a ser una aproximación al nombre real que se asigna a la respuesta en el estudio respectivo, generando múltiples categorías, como *consumo de cigarrillos*, *satisfacción del paciente*, *índice de calidad de cuidado*, *tiempo de consulta*, etcétera.

*Tema de salud* se utiliza para clasificar en grandes grupos las investigaciones donde se identifica la variable de respuesta. Las categorías de esta variable se seleccionaron de acuerdo con el objetivo principal de la investigación, por ejemplo *salud dental*, *enfermedad respiratoria*, etc. La categoría *metodología estadística en salud* se utiliza cuando el objetivo se centra en comparar modelos o cuando se trata de explicar la metodología multinivel y se hace una aplicación a datos específicos.

## Análisis

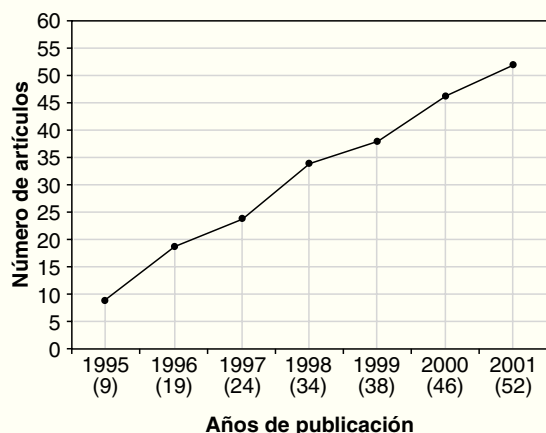
Dadas las características de este trabajo, en la construcción de la base de datos se utilizó el programa Excel de Microsoft Office. Para la comprobación y la identificación de categorías similares en las variables con mayor número de categorías o posibles errores en el ingreso se utilizó el programa EpiInfo versión 6.04d. Las correcciones se efectuaron en Excel y, una vez obtenida la base de datos definitiva, se procedió al análisis con EpiInfo.

El análisis de los datos fue descriptivo, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes y, por las características de la información, la mejor forma de representarla fue por medio de tablas. En el caso de la variable *Año de publicación* se utilizó una representación gráfica para destacar su comportamiento.

## Resultados

El 37,4% de los artículos en estudio se identificaron con las palabras de búsqueda *multilevel analysis*,

**Figura 2. Número de artículos sobre modelos multinivel en la investigación sanitaria por año de publicación. Fuente: Medline; año de publicación: 1995-2001.**



17,1% con *multilevel modelling*, 12,2% *multilevel model*, 10,4% *hierarchical model*, y el 22,9% restante se repartió en orden decreciente entre *hierarchical linear model*, *multi-level modelling*, *multi-level analysis*, *multi-level model*, *mixed model*, *random coefficient models*, *random coefficient model* y *random effects model* (tabla 1).

Los artículos publicados en Medline sobre modelos multinivel en el campo de salud presentan una tendencia de aumento, observada entre 1995 y 2001 (fig. 2).

Los trabajos fueron publicados en 134 revistas: 108 (48,6%) publicados en revistas del Reino Unido, 82 (36,9%) en revistas de Estados Unidos, 7 (3,2%) en revistas de los Países Bajos; 23 (10,4%) distribuidos en revistas de Irlanda, Dinamarca, Suiza, Alemania, Canadá, Italia, Noruega, Suecia, Brasil, Grecia y República Checa, y 2 (0,9%) artículos publicados en una revista de España.

**Tabla 2. Modelo y número de niveles: categoría, número de artículos, porcentaje y referencias**

Variable	Categoría	Número de artículos	Porcentaje	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Modelo	Lineal	42	18,9	5, 6, 23, 30, 32, 36, 39, 40, 47, 50, 51, 54, 56, 57, 58, 61, 64, 67, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 97, 100, 106, 110, 113, 119, 129, 131, 143, 176, 177
	Logístico	21	9,5	13, 25, 33, 45, 48, 55, 62, 75, 89, 94, 95, 99, 115, 125, 126, 135, 154, 185, 196, 203, 211
	Longitudinal	15	6,8	17, 21, 26, 42, 53, 70, 82, 96, 114, 124, 130, 166, 173, 207, 221
	Medidas repetidas	26	11,7	1, 7, 16, 35, 37, 46, 49, 59, 60, 63, 68, 69, 84, 90, 104, 105, 109, 136, 140, 144, 153, 171, 182, 183, 205, 218
	Clasificación cruzada	2	0,9	199, 208
	Multinomial	1	0,5	103
	Poisson	1	0,5	22
	Multivariante	3	1,4	146, 174, 195
	Multivariante-longitudinal	1	0,5	27
	Supervivencia	2	0,9	44, 121
	Metaanálisis	10	4,5	4, 11, 117, 122, 132, 134, 168, 213, 215, 217
	Metodología	22	9,9	41, 65, 66, 87, 88, 137, 138, 141, 150, 151, 152, 158, 159, 165, 198, 200, 201, 212, 214, 216, 219, 220
	No específica	76	34,2	
Número de niveles	Cuatro	6	2,7	25, 73, 120, 140, 152, 205
	Tres	20	9,0	4, 6, 23, 27, 36, 46, 63, 75, 76, 77, 90, 92, 93, 103, 114, 127, 154, 156, 170, 216
	Dos	144	64,9	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 89, 91, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 109, 115, 116, 117, 118, 119, 122, 124, 126, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 139, 142, 144, 146, 149, 153, 157, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 171, 174, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 221, 222
	No específica	52	23,9	–

<sup>a</sup>Anexo 2.

Fuente: Medline; año de publicación: 1995-2001.

**Tabla 3. Unidades nivel 1, nivel 2, nivel 3 y nivel 4: categoría, número de artículos, porcentaje y referencias**

Variable	Categoría	Número de artículos	Porcentaje	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Unidad nivel 1	Individuo	104	61,2	3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 23, 25, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 47, 48, 52, 54, 56, 57, 58, 61, 62, 66, 72, 73, 75, 76, 80, 81, 86, 89, 93, 95, 97, 99, 100, 101, 103, 106, 107, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 126, 127, 128, 129, 132, 134, 139, 142, 146, 149, 154, 156, 157, 160, 162, 163, 164, 167, 169, 170, 174, 176, 177, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 193, 195, 196, 199, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 222
	Ocasión	41	24,1	1, 7, 14, 16, 17, 21, 26, 35, 37, 42, 46, 53, 59, 60, 63, 68, 69, 70, 82, 84, 90, 96, 104, 105, 109, 114, 124, 130, 136, 140, 144, 152, 153, 166, 171, 182, 183, 205, 207, 218, 221
	Consulta	1	0,6	78
	Diente	1	0,6	92
	Embarazo	1	0,6	214
	Encuentro profesional de salud/paciente	7	4,1	32, 51, 64, 67, 79, 85, 189
	Familia	1	0,6	24
	Hospital	1	0,6	8
	Médico	5	2,9	49, 50, 94, 135, 161
	Nacimiento	1	0,6	194
	Padres	1	0,6	197
	Pareja	1	0,6	55
	Persona que le apoya	1	0,6	2
	Respuesta	1	0,6	27
	Sesión (sacar sangre)	1	0,6	91
	Sitio en la muela	1	0,6	77
	Unidad administrativa	1	0,6	22
	Unidad nivel 2	Individuo	35	20,6
Área		16	9,4	6, 19, 30, 54, 91, 94, 107, 135, 146, 154, 161, 167, 170, 195, 210, 211
Barrio		16	9,4	13, 18, 45, 47, 55, 58, 73, 99, 100, 116, 157, 185, 187, 190, 193, 197
Arcada		1	0,6	92
Centro médico		1	0,6	149
Clase		3	1,8	43, 119, 216
Colegio		5	2,9	31, 44, 97, 127, 139
Compañía		1	0,6	222
Comunidad		2	1,2	24, 89
Condado		3	1,8	12, 29, 194
Contexto social		1	0,6	163
Departamento		1	0,6	37
Distrito		5	2,9	25, 40, 95, 103, 186
Embrión		1	0,6	82
Entrevistador		1	0,6	39
Equipo de cuidado primario		1	0,6	34
Escuela de medicina		1	0,6	81
Estado		4	2,4	38, 52, 80, 118
Estudio		8	4,7	11, 117, 122, 132, 134, 213, 215, 217
Familia		8	4,7	53, 75, 76, 93, 142, 156, 174, 177
Grupo		5	2,9	48, 49, 57, 115, 129
Hospital		6	3,5	15, 33, 160, 169, 181, 212
Instalación (residencia)		1	0,6	72
Localidad		1	0,6	23
Maternidad		2	1,2	120, 126
Muela		1	0,6	77
Municipio		1	0,6	191

Continúa

Tabla 3. (Continuación)

Variable	Categoría	Número de artículos	Porcentaje	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
	Ocasión	1	0,6	27
	Organización	1	0,6	101
	País	4	2,4	8, 22, 50, 184
	Personal de tratamiento	1	0,6	5
	Profesional de salud	15	8,8	10, 32, 51, 56, 64, 66, 67, 78, 79, 85, 86, 162, 188, 189, 196
	Profesor	1	0,6	36
	Programa de tratamiento	2	1,2	176, 179
	Rata	1	0,6	60
	Región	5	2,9	14, 128, 180, 199, 218
	Servicio psiquiátrico	1	0,6	164
	Subgrupo dentro del estudio	1	0,6	4
	Unidad de enfermería	1	0,6	106
	Unidad de trabajo	1	0,6	61
	Unidad muestreo primario	1	0,6	62
	Unidad obstétrica	1	0,6	3
Unidad nivel 3	Zona del diente	2	1,2	140, 152
	Área	5	19,2	23, 73, 76, 127, 205
	Autoridad de salud	2	7,7	154, 156
	Barrio	1	3,8	90
	Cohorte	1	3,8	114
	Colegio	2	7,7	36, 216
	Condado	1	3,8	25
	Diente	2	7,7	140, 152
	Distrito	1	3,8	93
	Estudio	1	3,8	4
	Grupo	2	7,7	103, 75
	Hospital neonatal	1	3,8	120
	Individuo	3	11,5	27, 77, 92
	Médico	1	3,8	46
	País	1	3,8	6
	Región	1	3,8	170
	Tratamiento	1	3,8	63
Unidad nivel 4	Hospital general	1	16,7	120
	Individuo	2	33,3	140, 152
	País	1	16,7	205
	Región	2	33,3	73, 25

<sup>a</sup>Anexo 2.

Fuente: Medline; año de publicación: 1995 a 2001.

El 55,9% (124) de los artículos se refieren a la aplicación de los modelos multinivel sobre un conjunto de datos; el 9,9% (22) corresponde a los trabajos donde más allá de la aplicación de un modelo se habla de la metodología multinivel, y en el 34,2% (76) no se logra identificar por medio de la lectura del resumen sobre qué tipo de análisis se trata. En la tabla 2 se puede observar con detalle la distribución de los artículos según el tipo de modelo y las referencias.

El número de niveles en la estructura jerárquica de los datos fue identificado en 170 publicaciones (76,6%), donde se observaron hasta 4 niveles; su distribución y referencias se observan en la tabla 2. De los 170 artículos se registró la unidad en el nivel 1 y la unidad en

el nivel 2, de los 26 artículos que analizaban más de 2 niveles se registró la unidad en el nivel 3 y de los 6 artículos que analizaban 4 niveles también se recogió la unidad en el nivel 4. Las categorías para estas variables con sus respectivos porcentajes y referencias se observan en la tabla 3.

En 153 (68,9%) artículos fue posible identificar la variable de respuesta en estudio; la clasificación de estas variables de acuerdo con el tema de salud se puede observar en la tabla 4. Las categorías de la variable respuesta dentro de cada tema de salud se observan en el anexo 1.

Las referencias bibliográficas de los 222 artículos sobre modelos multinivel, publicados entre enero de



**Tabla 4. Clasificación de los artículos en los que se identificó la variable de respuesta de acuerdo con un tema de salud**

Tema de salud	Número de artículos	Porcentaje	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Administración y economía en salud	11	7,2	94, 149, 91, 9, 50, 40, 160, 37, 86, 167, 106
Calidad de cuidado y práctica médica	8	5,2	126, 34, 49, 78, 46, 72, 135, 161
Calidad de vida	2	1,3	16, 63
Cáncer	1	0,7	121
Comportamiento relacionado con la salud	2	1,3	28, 119
Comunicación profesional de salud/paciente	8	5,2	51, 189, 32, 64, 56, 79, 85, 67
Enfermedad cardiovascular	3	2,0	13, 52, 96
Enfermedad coronaria	4	2,6	29, 33, 95, 99
Enfermedad respiratoria	2	1,3	6, 127
Enfermedad VIH	1	0,7	26
Estado de salud de la población	3	2,0	54, 129, 211
Geriatría	1	0,7	130
Infertilidad	2	1,3	24, 143
Lesión de cabeza y accidentes	2	1,3	70, 171
Metodología estadística en salud	13	8,5	3, 214, 147, 152, 165, 173, 158, 30, 1, 66, 4, 117, 122
Microbiología	1	0,7	113
Mortalidad de la población	9	5,9	45, 199, 15, 193, 210, 195, 22, 215, 14
Mortalidad infantil	2	1,3	25, 194
Nutrición	2	1,3	118, 217
Percepción de salud	4	2,6	18, 38, 73, 80
Psiquiatría-psicología	19	12,4	90, 139, 59, 104, 17, 186, 187, 114, 47, 116, 164, 180, 5, 170, 68, 184, 191, 182, 44
Salud de la mujer y embarazo	15	9,8	82, 53, 42, 48, 62, 75, 103, 128, 12, 23, 100, 196, 115, 108, 181
Salud dental	5	3,3	124, 27, 92, 77, 140
Salud infantil y adolescente	11	7,2	21, 43, 109, 205, 144, 155, 97, 207, 148, 105, 76
Salud ocupacional	3	2,0	57, 61, 153
Tabaco alcohol y drogas	16	10,5	39, 58, 93, 146, 31, 36, 154, 157, 7, 179, 218, 176, 19, 190, 185, 89
Trasplante renal	1	0,7	156
Violencia y maltrato	2	1,3	55, 174

<sup>a</sup>Anexo 2.

Fuente: Medline; año de publicación: 1995 a 2001.

1995 y diciembre de 2001 y revisados en este trabajo, se encuentra disponible en el anexo 2.

## Discusión

En la bibliografía, la metodología multinivel recibe diferentes nombres; los que se utilizan con mayor frecuencia en los artículos publicados en el campo de la salud son: *multilevel analysis* («análisis multinivel»), *multilevel modelling* («modelización multinivel»), *hierarchical model* («modelo jerárquico») y *hierarchical linear model* («modelo lineal jerárquico»), y se observa un conjunto de artículos en que se emplea el término *multi-level*. Si bien los términos *mixed model*, *random coefficient model*, *random coefficient models*, *random effects model* nos permiten identificar otro conjunto de artículos, son una forma más general con la que se denomina a la metodología, dado que abarcan un con-

junto de modelos más amplio que los desarrollados dentro de la técnicas multinivel desde la perspectiva frecuentista.

El aumento de las publicaciones sobre aplicación de las técnicas multinivel en datos de salud nos lleva a establecer una base que fundamenta su utilización en este campo; además del interés de algunos autores por difundir la metodología en áreas específicas de salud, por medio de la publicación de trabajos esencialmente metodológicos.

Observamos que los modelos utilizados en las aplicaciones a datos de salud son diversos, abarcando gran parte de los modelos descritos en la teoría multinivel. De todos modos, los que se utilizan con mayor frecuencia son los modelos lineal, logístico, para datos de medidas repetidas o longitudinales, que son los modelos más descritos teóricamente.

En los estudios multinivel, una información relevante que debería reflejarse a la hora de describir a la población en estudio y los objetivos de una investigación



es el número de niveles en la estructura jerárquica de los datos y la unidad de análisis que se estudia en cada nivel. Esta información no fue posible obtenerla desde el resumen de todos los artículos revisados.

Observando el desarrollo y aplicación de algunos procedimientos estadísticos en salud, somos conscientes que se requiere un tiempo para establecer las bases fundamentales, un lenguaje fluido y un uso habitual. Muchos autores están en esta tarea, con la publicación de artículos<sup>7-9,11,12</sup> y textos<sup>4-6</sup> sobre multinivel en salud y también con el desarrollo y la divulgación de *software* específico<sup>15,16</sup> sobre la metodología y aplicaciones en programas generales<sup>17-19</sup>, que son totalmente necesarios para utilizar los modelos. Es aquí donde queremos hacer nuestro aporte, proporcionando a los investigadores de la salud una revisión bibliográfica que destaca los principales términos utilizados en la metodología multinivel, las áreas donde se ha aplicado y las respectivas referencias que puedan facilitar la labor de los investigadores que tienen una primera aproximación a estas técnicas.

Sin duda, la razón por la que esta metodología no se ha extendido de forma generalizada es la dificultad de comprender los fundamentos desde los textos estadísticos. Los 22 artículos metodológicos que presentan los modelos multinivel en un lenguaje comprensible para los no iniciados en estos temas suponen una importante contribución que facilitará el uso de estos modelos de

forma general, convirtiéndose de esta manera en referencias obligadas.

Los trabajos metodológicos muestran en parte una revisión de algunos modelos multinivel específicos, pero su énfasis está orientado al beneficio de su aplicación en determinadas áreas de salud. No se encontraron referencias que contemplen revisiones bibliográficas sobre modelos multinivel y que proporcionen una visión general del nivel de aplicación de esta metodología en el campo de la salud, por lo que consideramos este trabajo un aporte en este campo.

Entre las limitaciones de este estudio debe mencionarse que hemos recopilado los artículos sobre modelos multinivel en el campo de la salud, publicados en revistas que se incluyen en la base de datos Medline, lo que deja fuera los trabajos publicados en otras revistas. Este estudio se basa exclusivamente en la información proporcionada por el resumen de los artículos, por lo que información relevante podría no haberse incluido. Finalmente, la clasificación y los nombres utilizados para identificar los temas de salud y las variables de respuesta son una aproximación, por lo que se los podría considerar subjetivos.

En conclusión, el uso de los modelos multinivel en investigación en ciencias de la salud ha aumentado con los años, aplicándose en diferentes áreas o especialidades, pero aún no se los considera una técnica de uso habitual.

---

## Bibliografía

- Burstein L, Fischer KH, Miller MD. The multilevel effects of background on science achievement: a cross national comparison. *Sociology of Education* 1980;53:215-25.
  - Aitkin M, Anderson D, Hinde J. Statistical modelling of data on teaching styles (with discussion). *J Royal Stat Soc* 1981; 144:148-61.
  - Goldstein H. *Multilevel statistical models*. 2nd ed. London: Edward Arnold, 1995 [versión electrónica disponible en: <http://www.arnoldpublishers.com/support/goldstein.htm>].
  - Leyland AH, Goldstein H. *Multilevel modelling of health statistics*. New York: Wiley, 2001.
  - Hox JJ. *Applied multilevel analysis*, Amsterdam: TT, 1995.
  - Hox JJ. *Multilevel analysis, techniques and applications*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.
  - Diez-Roux AV, Nieto F, Muntaner C, Tyroler H, Comstock G, Shahar E, et al. Neighborhood environments and coronary heart disease: a multilevel analysis. *Am J Epidemiol* 1997; 146:48-63.
  - Duncan C, Jones K, Moon G. Health-related behaviour in context: a multilevel modelling approach. *Soc Sci Med* 1996;42: 817-30.
  - Kreft IG. An illustration of item homogeneity scaling and multilevel analysis techniques in the evaluation of drug prevention programs. *Eval Rev* 1998;22:46-77.
  - Rico A. New statistical methods to compare the performance of public institutions: Applications of multi-level modelling techniques to the measurement of outcome in the education and health care sectors. MSc. Dissertation. York: University of York, 1994.
  - Diez-Roux AV. Bringing context back into epidemiology: variables and fallacies in multilevel analysis. *Am J Public Health* 1998;88:216-22.
  - Sánchez-Cantalejo E, Ocaña-Riola R. Los modelos multinivel o la importancia de la jerarquía. *Gac Sanit* 1999;13: 391-8.
  - Bryk AS, Raubenbush SW. *Hierarchical linear models*. London: Sage, 1992.
  - Snijders TAB, Bosker RJ. *Multilevel Analysis. An introduction to basic and advanced multilevel modelling*. London: Sage, 1999.
  - Scientific Software International. HLM 5 student edition [consultado 14/01/2003]. Disponible en: <http://www.ssicentral.com/other/hlmstu.htm>
  - Centre for Multilevel Modelling. Downloads: MLwiN manuals, MLwiN macros y MLwiN 1.10.0007 upgrades [consultado 14/01/2003]. Disponible en: <http://multilevel.ioe.ac.uk/download/index.html>
  - S-PLUS 2000, Analytical software [consultado 14/01/2003]. Disponible en: <http://www.insightful.com>
  - SPSS, versión 10. Analytical software [consultado 14/01/2003]. Disponible en: <http://www.spss.com/spss10>
  - STATA. Statistical software [consultado 14/01/2003]. Disponible en: <http://www.stata.com>
-

<b>Anexo 1. Variable de respuesta según tema de salud</b>				
Tema de salud	Variable respuesta	N.º	%	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Administración y economía en salud	Comportamiento médico	11	7,2	94
	Coste de operación			149
	Coste de sacar sangre			91
	Gasto en cuidado de salud			9
	Índice de organización			50
	Morbilidad			40
	Muerte por fallo cardíaco			160
	Resultado de evaluación de la estancia hospitalaria			37
	Satisfacción del paciente			86
	Tasa de consulta			167
	Voluntad de adoptar innovación			106
Calidad de cuidado y práctica médica	Cesárea	8	5,2	126
	Evaluación sobre cribado			34
	Índice de desempeño médico			49, 78
	Índice de calidad de cuidado			46, 72, 135
	Índice de comportamiento médico			161
Calidad de vida	Calidad de vida en cáncer mama	2	1,3	63
	Calidad de vida en cirugía vascular			16
Cáncer	Respuesta a terapia	1	0,7	121
Comportamiento relacionado con la salud	Índice de motivación	2	1,3	119
	Uso de preservativo			28
Comunicación profesional de salud-paciente	Comunicación pediatra-paciente	8	5,2	51
	Comunicación enfermera-paciente			189
	Comunicación ginecólogo-paciente			32, 64
	Comunicación médico-paciente			56, 79, 85
	Tiempo de consulta			67
Enfermedad cardiovascular	Concentración de colesterol	3	2,0	96
	Factor de riesgo cardiovascular			13, 52
Enfermedad coronaria	Factor de riesgo en enfermedad coronaria	4	2,6	95, 99
	Muerte antes de 30 días			33
	Pronóstico del paciente			29
Enfermedad respiratoria	Índice síntomas respiratorios	2	1,3	127
	Valoración de la salud			6
Enfermedad VIH	Estado funcional	1	0,7	26
Estado de salud de la población	Valoración de la salud	3	2,0	54, 129, 211
	Estado físico			130
Infertilidad	Índice de calidad de semen	2	1,3	143
	Uso de método anticonceptivo			24
Lesión de cabeza y accidentes	Nivel de atención	2	1,3	70
	Resistencia cerebrovascular			171

Continúa

<b>Anexo 1. (Continuación)</b>				
Tema de salud	Variable respuesta	N.º	%	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Metodología estadística en salud	Aborto espontáneo	13	8,5	214
	Impacto de una intervención			3
	Indicadores de nivel de salud			147
	Indicadores de pérdida de tejido dental			152
	Índice comportamiento relacionado con la salud			165
	Índice efecto de tratamiento			173
	Percepción de riesgo			158
	Presión arterial			30
	Resultado del accidente después del golpe			1
	Satisfacción del paciente			66
	Tamaño del efecto			4, 117, 122
Microbiología	Crecimiento <i>Escherichia coli</i>	1	0,7	113
Mortalidad de la población	Muerte	9	5,9	45, 199
	Muerte por cáncer colorrectal			15
	Muerte por enfermedad del corazón			193
	Muerte por melanoma			210
	Muerte por neoplasia y enfermedad circulatoria			195
	Muertes por linfoma no hodgkiniano			22
	Tamaño del efecto			215
	Tasa de mortalidad			14
Mortalidad infantil	Muerte	2	1,3	194
	Muerte súbita			25
Nutrición	Sobrepeso	2	1,3	118
	Tamaño del efecto			217
Percepción de salud	Autopercepción de salud	4	2,6	18, 38, 73, 80
Psiquiatría-psicología	Alteraciones psiquiátricas	19	12,4	90
	Autoconcepto			139
	Cantidad de cortisol en la saliva			59, 104
	Efecto de intervención			17
	Esquizofrenia			186, 187
	Índice actitud antisocial			114
	Índice problemas de conducta			47, 116
	Necesidad de servicios psiquiátricos			164
	Nota en matemáticas			180
	Participación en grupo de autoayuda			5
	Presencia de problemas psiquiátricos			170
	Resultado de evaluación psicopatológica			68
	Síntomas depresivos			184, 191
	Síntomas psiquiátricos			182
Traslado del colegio	44			
Salud de la mujer y embarazo	Crecimiento de embrión	15	9,8	82
	Crecimiento fetal			53
	Indicador sobre estado del feto			42
	Método anticonceptivo			48, 62, 75, 103, 128
	Peso al nacimiento del bebé			12, 23, 100
	Resultado examen de pechos			196
	Resultado implantación embrión			115
	Tiempo de abstinencia sexual posparto			108
	Tiempo estancia después del parto			181

Continúa

<b>Anexo 1. (Continuación)</b>				
Tema de salud	Variable respuesta	N.º	%	Referencia bibliográfica <sup>a</sup>
Salud dental	Caries dentales	5	3,3	124
	Desarrollo facial			27
	Duración de pieza dental			92
	Indicador de pérdida de tejido dental			77, 140
Salud infantil y adolescente	Fortalecimiento y capacidad aeróbica	11	7,2	21
	Grado de salud percibida			43
	Índice de crecimiento			109, 205
	Índice de crecimiento y maduración			144
	Índice de desnutrición			155
	Índice de estado físico			97
	Índice de fuerza			207
	Índice de maduración sexual			148
	Número de veces que despierta el niño			105
	Porcentaje herida accidental			76
Salud ocupacional	Baja por enfermedad	3	2,0	153
	Estado de salud			57
	Estado de salud mental			61
Tabaco, alcohol y drogas	Consumo de alcohol	16	10,5	39, 58, 93, 146
	Consumo de cigarrillos			31, 36, 154, 157
	Estado de salud			7
	Índice de compromiso con la terapia			179
	Mortalidad total			218
	Nivel de riesgo VIH			176
	Traspaso de aguja			19
	Uso de benzodiazepinas			190
	Uso de drogas			185
	Uso de marihuana			89
Trasplante renal	Aceptación de terapia renal	1	0,7	156
Violencia y maltrato	Índice exposición a violencia	2	1,3	174
	Violencia varón-mujer			55

<sup>a</sup>Anexo 2.

Fuente: Medline; año de publicación: 1995-2001.

#### **Anexo 2. Referencias bibliográficas de los artículos sobre modelos multinivel**

1. Tilling K, Sterne JA, Wolfe CD. Multilevel growth curve models with covariate effects: application to recovery after stroke. *Stat Med* 2001;20:685-704.
2. Davis K, Taylor B, Furniss D. Narrative accounts of tracking the rural domestic violence survivors' journey: a feminist approach. *Health Care Women Int* 2001;22:333-47.
3. Ukoumunne OC, Thompson SG. Analysis of cluster randomized trials with repeated cross-sectional binary measurements. *Stat Med* 2001;20:417-33.
4. Thompson SG, Turner RM, Wain DE. Multilevel models for meta-analysis, and their application to absolute risk differences. *Stat Methods Med Res* 2001;10:375-92.
5. Mankowski ES, Humphreys K, Moos RH. Individual and contextual predictors of involvement in twelve-step self-help groups after substance abuse treatment. *Am J Community Psychol* 2001;29:537-63.
6. Pattenden S, Armstrong BG, Houthuijs D, Leonardi GS, Dusseldorp A, Boeva B, et al. Methodological approaches to the analysis of hierarchical studies of air pollution and respiratory health –examples from the CESAR study. *Central European Study on Air pollution and Respiratory Health. J Exp Anal Environ Epidemiol* 2000;10:420-6.

## Anexo 2. (Continuación)

7. Falck RS, Wang J, Siegal HA, Carlson RG. Longitudinal application of the medical outcomes study 36-item short-form health survey with not-in-treatment crack-cocaine users. *Med Care* 2000;38:902-10.
8. Kjekshus LE. On comparison of hospital performance. *Tidsskr Nor Lægeforen* 2000;120:3035-9.
9. Getzen TE. Health care is an individual necessity and a national luxury: applying multilevel decision models to the analysis of health care expenditures. *J Health Econ* 2000;19:259-70.
10. Fleuren M, Van der Meulen M, Wijkel D. Do patients matter? Contribution of patient and care provider characteristics to the adherence of general practitioners and midwives to the Dutch national guidelines on imminent miscarriage. *Qual Health Care* 2000;9:106-10.
11. Turner RM, Omar RZ, Yang M, Goldstein H, Thompson SG. A multilevel model framework for meta-analysis of clinical trials with binary outcomes. *Stat Med* 2000;19:3417-32.
12. Gorman BK. Racial and ethnic variation in low birthweight in the United States: individual and contextual determinants. *Health Place* 1999;5:195-207.
13. Sundquist J, Malmstrom M, Johansson SE. Cardiovascular risk factors and the neighbourhood environment: a multilevel analysis. *Int J Epidemiol* 1999;28:841-5.
14. Robertson C, Ecob R. Simultaneous modelling of time trends and regional variation in mortality rates. *Int J Epidemiol* 1999;28:955-63.
15. Kee F, Wilson RH, Harper C, Patterson CC, McCallion K, Houston RF, et al. Influence of hospital and clinician workload on survival from colorectal cancer: cohort study. *BMJ* 1999;318:1381-5.
16. Tangelder MJ, McDonnel J, Van Busschbach JJ, Buskens E, Algra A, Lawson JA, et al. Quality of life after infrainguinal bypass grafting surgery. Dutch Bypass Oral Anticoagulants or Aspirin (BOA) Study Group. *J Vasc Surg* 1999;29:913-9.
17. Mooij T. Promoting prosocial pupil behaviour: 2-secondary school intervention and pupil effects. *Br J Educ Psychol* 1999;69:479-504.
18. Malmstrom M, Sundquist J, Johansson SE. Neighborhood environment and self-reported health status: a multilevel analysis. *Am J Public Health* 1999;89:1181-6.
19. Wang J, Siegal HA, Falck RS, Carlson RG. Needle transfer among injection drug users: a multilevel analysis. *Am J Drug Alcohol Abuse* 1998;24:225-37.
20. Coster W. Occupation-centered assessment of children. *Am J Occup Ther* 1998;52:337-44.
21. Nevill AM, Holder RL, Baxter-Jones A, Round JM, Jones DA. Modeling developmental changes in strength and aerobic power in children. *J Appl Physiol* 1998;84:963-70.
22. Langford IH, Bentham G, McDonald AL. Mortality from non-Hodgkin lymphoma and UV exposure in the European Community. *Health Place* 1998;4:355-64.
23. Jarvelin MR, Elliott P, Kleinschmidt I, Martuzzi M, Grundy C, Hartikainen AL, et al. Ecological and individual predictors of birthweight in a northern Finland birth cohort 1986. *Paediatr Perinat Epidemiol* 1997;11:298-312.
24. Degraff DS, Bilsborrow RE, Guilkey DK. Community-level determinants of contraceptive use in the Philippines: a structural analysis. *Demography* 1997;34:385-98.
25. Langford IH, Bentham G. A multilevel model of sudden infant death syndrome in England and Wales. *Environ Plan A* 1997;29:629-40.
26. Crystal S, Sambamoorthi U. Functional impairment trajectories among persons with HIV disease: a hierarchical linear models approach. *Health Serv Res* 1996;31:469-88.
27. Van der Beek MC, Hoeksma JB, Prah-Andersen B. Vertical facial growth and statural growth in girls: a longitudinal comparison. *Eur J Orthod* 1996;18:549-55.
28. Sherman SG, Latkin CA. Intimate relationship characteristics associated with condom use among drug users and their sex partners: a multilevel analysis. *Drug Alcohol Depend* 2001;64:97-104.
29. Merlo J, Broms K, Ostergren PO, Hagberg O, Norlund A, Lithman T. Multilevel analysis of regional disparities in survival after heart failure: differences between county health services affect little patients' prognosis. *Lakartidningen* 2001;98:4838-44.
30. Merlo J, Ostergren PO, Hagberg O, Lindstrom M, Lindgren A, Melander A, et al. Diastolic blood pressure and area of residence: multilevel versus ecological analysis of social inequity. *J Epidemiol Community Health* 2001;55:791-8.
31. Novak SP, Clayton RR. The influence of school environment and self-regulation on transitions between stages of cigarette smoking: a multilevel analysis. *Health Psychol* 2001;20:196-207.
32. Van Dulmen AM, Van Weert JC. Effects of gynaecological education on interpersonal communication skills. *Br J Obstet Gynaecol* 2001;108:485-91.
33. Merlo J, Ostergren PO, Broms K, Bjorck-Linne A, Liedholm H. Survival after initial hospitalisation for heart failure: a multilevel analysis of patients in Swedish acute care hospitals. *J Epidemiol Community Health* 2001;55:323-9.
34. Fuste J, Rue M. Variability in preventive activities among primary care teams in Catalonia. Application of a multilevel analysis. *Gac Sanit* 2001;15:118-27.
35. Hanson EK, Godaert GL, Maas CJ, Meijman TF. Vagal cardiac control throughout the day: the relative importance of effort-reward imbalance and within-day measurements of mood, demand and satisfaction. *Biol Psychol* 2001;56:23-44.
36. Moore L, Roberts C, Tudor-Smith C. School smoking policies and smoking prevalence among adolescents: multilevel analysis of cross-sectional data from Wales. *Tob Control* 2001;10:117-23.
37. Trianni G, Lavazza L, Palazzi GP, Stella F, Boccoli E, Melani A, et al. Organizational appropriateness of recoveries: results of the evaluation of recoveries by AEP/PRUO at the Careggi Hospital in Florence in 1995-1998. *Epidemiol Prev* 2001;25:164-73.
38. Subramania SV, Kawachi I, Kennedy BP. Does the state you live in make a difference? Multilevel analysis of self-rated health in the US. *Soc Sci Med* 2001;53:9-19.
39. Heeb JL, Gmel G. Interviewers' and respondents' effects on self-reported alcohol consumption in a Swiss health survey. *J Stud Alcohol* 2001;62:434-42.
40. Barnett S, Roderick P, Martin D, Diamond I. A multilevel analysis of the effects of rurality and social deprivation on premature limiting long term illness. *J Epidemiol Community Health* 2001;55:44-51.
41. Longford NT. Multilevel analysis with messy data. *Stat Methods Med Res* 2001;10:429-44.
42. Hecher K, Bilardo CM, Stigter RH, Ville Y, Hackeloer BJ, Kok HJ, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:564-70.
43. Torsheim T, Wold B. School-related stress, support, and subjective health complaints among early adolescents: a multilevel approach. *J Adolesc* 2001;24:701-13.
44. Fleming CB, Harachi TW, Catalano RF, Haggerty KP, Abbott RD. Assessing the effects of a school-based intervention on unscheduled school transfers during elementary school. *Eval Rev* 2001;25:655-79.

45. Malmstrom M, Johansson SE, Sundquist J. A hierarchical analysis of long-term illness and mortality in socially deprived areas. *Soc Sci Med* 2001;53:265-75.
46. Renders CM, Valk GD, Franse LV, Schellevis FG, Van Eijk JT, Van der Wal G. Long-term effectiveness of a quality improvement program for patients with type 2 diabetes in general practice. *Diabetes Care* 2001;24:1365-70.
47. Kalff AC, Kroes M, Vles JS, Hendriksen JG, Feron FJ, Steyaert J, et al. Neighbourhood level and individual level SES effects on child problem behaviour: a multi-level analysis. *J Epidemiol Community Health* 2001;55:246-50.
48. Ali MM. Quality of care and contraceptive pill discontinuation in rural Egypt. *J Biosoc Sci* 2001;33:161-72.
49. Kvamme OJ, Sandvik L, Hjortdahl P. Practice patterns, physicians' characteristics and patient-evaluated quality of general practice in Norway. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2000;120:2499-502.
50. Boerma WG, Van den Brink-Muinen A. Gender-related differences in the organization and provision of services among general practitioners in Europe: a signal to health care planners. *Med Care* 2000;38:993-1002.
51. Van Dulmen AM. Physician reimbursement and the medical encounter: an observational study in Dutch pediatrics. *Clin Pediatr* 2000;39:591-601.
52. Diez-Roux AV, Link BG, Northridge ME. A multilevel analysis of income inequality and cardiovascular disease risk factors. *Soc Sci Med* 2000;50:673-87.
53. Nijhuis IJ, Ten Hof J, Mulder EJ, Nijhuis JG, Narayan H, Taylor DJ, et al. Fetal heart rate in relation to its variation in normal and growth retarded fetuses. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2000;89:27-33.
54. Mitchell R, Gleave S, Bartley M, Wiggins D, Joshi H. Do attitude and area influence health? A multilevel approach to health inequalities. *Health Place* 2000;6:67-79.
55. Cunradi CB, Caetano R, Clark C, Schafer J. Neighborhood poverty as a predictor of intimate partner violence among White, Black, and Hispanic couples in the United States: a multilevel analysis. *Ann Epidemiol* 2000;10:297-308.
56. Van den Brink-Muinen A, Verhaak PF, Bensing JM, Bahrs O, Deveugele M, Gask L, et al. Doctor-patient communication in different European health care systems: relevance and performance from the patients' perspective. *Patient Educ Couns* 2000;39:115-27.
57. Van Yperen NW, Snijders TA. A multilevel analysis of the demands -Control model: is stress at work determined by factors at the group level or the individual level? *J Occup Health Psychol* 2000;5:182-90.
58. Scribner RA, Cohen DA, Fisher W. Evidence of a structural effect for alcohol outlet density: a multilevel analysis. *Alcohol Clin Exp Res* 2000;24:188-95.
59. Hanson EK, Maas CJ, Meijman TF, Godaert GL. Cortisol secretion throughout the day, perceptions of the work environment, and negative affect. *Ann Behav Med* 2000;22:316-24.
60. Cunningham S, McColm JR, Wade J, Sedowofia K, McIntosh N, Fleck B. A novel model of retinopathy of prematurity simulating preterm oxygen variability in the rat. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:4275-80.
61. Elovainio M, Kivimaki M, Steen N, Kalliomaki-Levanto T. Organizational and individual factors affecting mental health and job satisfaction: a multilevel analysis of job control and personality. *J Occup Health Psychol* 2000;5:269-77.
62. Dwivedi SN, Sundaram KR. Epidemiological models and related simulation results for understanding of contraceptive adoption in India. *Int J Epidemiol* 2000;29:300-7.
63. King MT, Kenny P, Shiell A, Hall J, Boyages J. Quality of life three months and one year after first treatment for early stage breast cancer: influence of treatment and patient characteristics. *Qual Life Res* 2000;9:789-800.
64. Van Dulmen AM, Bensing JM. Gender differences in gynecologist communication. *Women Health* 2000;30:49-61.
65. Diez-Roux AV. Multilevel analysis in public health research. *Annu Rev Public Health* 2000;21:171-92.
66. Sánchez-Cantalejo E, Ocaña-Riola R. Los modelos multinivel o la importancia jerárquica. *Gac Sanit* 1999;13:391-8.
67. Van Dulmen AM. Communication during gynecological out-patient encounters. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 1999;20:119-26.
68. Van Os J, Gilvarry C, Bale R, Van Horn E, Tattan T, White I, et al. To what extent does symptomatic improvement result in better outcome in psychotic illness? UK700 Group. *Psychol Med* 1999;29:1183-95.
69. Cairns J, Van der Pol M. Do people value their own future health differently from others' future health? *Med Decis Making* 1999;19:466-72.
70. Spikman JM, Timmerman ME, Zomeren van AH, Deelman BG. Recovery versus retest effects in attention after closed head injury. *J Clin Exp Neuropsychol* 1999;21:585-605.
71. Rubin H. Cell damage, aging and transformation: a multilevel analysis of carcinogenesis. *Anticancer Res* 1999;19:4877-86.
72. Bravo G, De Wals P, Dubois MF, Charpentier M. Correlates of care quality in long-term care facilities: a multilevel analysis. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1999;54:P180-8.
73. Pampalon R, Duncan C, Subramanian SV, Jones K. Geographies of health perception in Quebec: a multilevel perspective. *Soc Sci Med* 1999;48:1483-90.
74. Santana VS, Loomis D, Wing S. Bahia-Carolina Program in Environmental and Occupational Health: a North-South partnership for workplace and environmental justice. *Int J Occup Environ Health* 1999;5:218-22.
75. Kamal N, Sloggett A, Cleland JG. Area variations in use of modern contraception in rural Bangladesh: a multilevel analysis. *J Biosoc Sci* 1999;31:327-41.
76. Reading R, Langford IH, Haynes R, Lovett A. Accidents to preschool children: comparing family and neighbourhood risk factors. *Soc Sci Med* 1999;48:321-30.
77. Axtelius B, Soderfeldt B, Attstrom R. A multilevel analysis of factors affecting pocket probing depth in patients responding differently to periodontal treatment. *J Clin Periodontol* 1999;26:67-76.
78. Van Berkestijn LG, Kastein MR, Lodder A, De Melker RA, Bartelink ML. How do we compare with our colleagues? Quality of general practitioner performance in consultations for non-acute abdominal complaints. *Int J Qual Health Care* 1999;11:475-86.
79. Van Dulmen AM. Children's contributions to pediatric outpatient encounters. *Pediatrics* 1998;102:563-8.
80. Kennedy BP, Kawachi I, Glass R, Prothrow-Stith D. Income distribution, socioeconomic status, and self rated health in the United States: multilevel analysis. *BMJ* 1998;317:917-21.
81. Block SD, Clark-Chiarelli N, Singer JD. Mixed messages about primary care in the culture of U.S. medical schools. *Acad Med* 1998;73:1087-94.
82. Blaas HG, Eik-Nes SH, Bremnes JB. The growth of the human embryo. A longitudinal biometric assessment from 7 to 12 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998;12:346-54.

83. Campbell IL. Structural and functional impact of the transgenic expression of cytokines in the CNS. *Ann N Y Acad Sci* 1998;840:83-96.
84. Hockey GR, Wastell DG, Sauer J. Effects of sleep deprivation and user interface on complex performance: a multilevel analysis of compensatory control. *Hum Factors* 1998;40:233-53.
85. Van den Brink-Muinen A, Bensing JM, Kerssens JJ. Gender and communication style in general practice. Differences between women's health care and regular health care. *Med Care* 1998;36:100-6.
86. Sixma HJ, Spreeuwenberg PM, Van der Pasch MA. Patient satisfaction with the general practitioner: a two-level analysis. *Med Care* 1998;36:212-29.
87. Diez-Roux AV. Bringing context back into epidemiology: variables and fallacies in multilevel analysis. *Am J Public Health* 1998;88:216-22.
88. Kreft IG. An illustration of item homogeneity scaling and multilevel analysis techniques in the evaluation of drug prevention programs. *Eval Rev* 1998;22:46-77.
89. Bobashev GV, Anthony JC. Clusters of marijuana use in the United States. *Am J Epidemiol* 1998;148:1168-74.
90. Driessen G, Gunther N, Van Os J. Shared social environment and psychiatric disorder: a multilevel analysis of individual and ecological effects. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 1998;33:606-12.
91. Van der Pol MM, Cairns JA. The efficient organization of blood donation. *Health Econ* 1998;7:455-63.
92. Soderfeldt B, Palmqvist S. A multilevel analysis of factors affecting the longevity of fixed partial dentures, retainers and abutments. *J Oral Rehabil* 1998;25:245-52.
93. Rice N, Carr-Hill R, Dixon P, Sutton M. The influence of households on drinking behaviour: a multilevel analysis. *Soc Sci Med* 1998;46:971-9.
94. Scott A, Shiell A. The use of multilevel analysis in health economics: an application to examining the effect of competition on general practitioners' behaviour. *Dev Health Econ Public Policy* 1998;6:159-68.
95. Hart C, Ecob R, Smith GD. People, places and coronary heart disease risk factors: a multilevel analysis of the Scottish Heart Health Study archive. *Soc Sci Med* 1997;45:893-902.
96. Labarthe DR, Nichaman MZ, Harrist RB, Grunbaum JA, Dai S. Development of cardiovascular risk factors from ages 8 to 18 in Project HeartBeat! Study design and patterns of change in plasma total cholesterol concentration. *Circulation* 1997;95:2636-42.
97. Zhu W. A multilevel analysis of school factors associated with health-related fitness. *Res Q Exerc Sport* 1997;68:125-35.
98. Cairns JA, Van der Pol MM. Saving future lives. A comparison of three discounting models. *Health Econ* 1997;6:341-50.
99. Diez-Roux AV, Nieto FJ, Muntaner C, Tyroler HA, Comstock GW, Shahar E, et al. Neighborhood environments and coronary heart disease: a multilevel analysis. *Am J Epidemiol* 1997;146:48-63.
100. O'Campo P, Xue X, Wang MC, Caughy M. Neighborhood risk factors for low birthweight in Baltimore: a multilevel analysis. *Am J Public Health* 1997;87:1113-8.
101. Soderfeldt B, Soderfeldt M, Jones K, O'Campo P, Muntaner C, Ohlson CG, et al. Does organization matter? A multilevel analysis of the demand-control model applied to human services. *Soc Sci Med* 1997;44:527-34.
102. Soucy JP, Mrini A, Lafaille F, Doucet G, Descarries L. Comparative evaluation of [3H]WIN 35428 and [3H]GBR 12935 as markers of dopamine innervation density in brain. *Synapse* 1997;25:163-75.
103. Steele FA. Multilevel analysis of health and family planning data. *Diss Abstr Int* 1997;58:848.
104. Van Eck M, Berkhof H, Nicolson N, Sulon J. The effects of perceived stress, traits, mood states, and stressful daily events on salivary cortisol. *Psychosom Med* 1996;58:447-58.
105. St James-Roberts I, Plewis I. Individual differences, daily fluctuations, and developmental changes in amounts of infant waking, fussing, crying, feeding, and sleeping. *Child Dev* 1996;67:2527-40.
106. Kim I, Kim MI. The effects of individual and nursing-unit characteristics on willingness to adopt an innovation. A multilevel analysis. *Comput Nurs* 1996;14:183-7.
107. Gould MI, Jones K. Analyzing perceived limiting long-term illness using U.K. Census Microdata. *Soc Sci Med* 1996;42:857-69.
108. Benefo KD. The determinants of the duration of postpartum sexual abstinence in West Africa: a multilevel analysis. *Demography* 1995;32:139-57.
109. Ross A, Raab GM, Mok J, Gilkison S, Hamilton B, Johnstone FD. Maternal HIV infection, drug use, and growth of uninfected children in their first 3 years. *Arch Dis Child* 1995;73:490-5.
110. Descarries L, Soucy JP, Lafaille F, Mrini A, Tanguay R. Evaluation of three transporter ligands as quantitative markers of serotonin innervation density in rat brain. *Synapse* 1995;21:131-9.
111. Dunson DB, Perreault SD. Factor analytic models of clustered multivariate data with informative censoring. *Biometrics* 2001;57:302-8.
112. Malec D. A closer look at combining data among a small number of binomial experiments. *Stat Med* 2001;20:1811-24.
113. Tseng GC, Oh MK, Rohlin L, Liao JC, Wong WH. Issues in cDNA microarray analysis: quality filtering, channel normalization, models of variations and assessment of gene effects. *Nucleic Acids Res* 2001;29:2549-57.
114. Miyazaki Y, Raudenbush SW. Tests for linkage of multiple cohorts in an accelerated longitudinal design. *Psychol Methods* 2000;5:44-63.
115. Hogan JW, Blazar AS. Hierarchical logistic regression models for clustered binary outcomes in studies of IVF-ET. *Fertil Steril* 2000;73:575-81.
116. Cheong YF, Raudenbush SW. Measurement and structural models for children's problem behaviors. *Psychol Methods* 2000;5:477-95.
117. Frost C, Clarke R, Beacon H. Use of hierarchical models for meta-analysis: experience in the metabolic ward studies of diet and blood cholesterol. *Stat Med* 1999;18:1657-76.
118. Malec D, Davis WW, Cao X. Model-based small area estimates of overweight prevalence using sample selection adjustment. *Stat Med* 1999;18:3189-200.
119. Brunel PC. Relationship between achievement goal orientations and perceived motivational climate on intrinsic motivation. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:365-74.
120. Galvao RD, Nobre FF, Vasconcellos MM. Mathematical location models applied in the spatial organization of health units. *Rev Saude Publica* 1999;33:422-34.
121. Corso A, Nozza A, Lazzarino M, Klersy C, Zappasodi P, Arcaini L, et al. Plateau phase in multiple myeloma: an end-point of conventional-dose chemotherapy. *Hematologica* 1999;84:336-41.
122. Schmid CH, Lau J, McIntosh MW, Cappelleri JC. An empirical study of the effect of the control rate as a predictor of treatment efficacy in meta-analysis of clinical trials. *Stat Med* 1998;17:1923-42.
123. Coory M, Gibberd R. New measures for reporting the magnitude of small-area variation in rates. *Stat Med* 1998;17:2625-34.
124. Wong MC, Schwarz E, Lo EC. Patterns of dental caries severity in Chinese kindergarten children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997;25:343-7.



125. Aragaki CC, Greenland S, Probst-Hensch N, Haile RW. Hierarchical modeling of gene-environment interactions: estimating NAT2 genotype-specific dietary effects on adenomatous polyps. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1997;6:307-14.
126. Rabilloud M, Ecochard R, Matillon Y. Use of a logistic regression model at two levels in the analysis of medical practice variations: the prophylactic cesarean. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1997;45:237-47.
127. Pikhart H, Prikazsky V, Bobak M, Kriz B, Celko M, Danova J, et al. Association between ambient air concentrations of nitrogen dioxide and respiratory symptoms in children in Prague, Czech Republic. Preliminary results from the Czech part of the SAVIAH Study. *Small Area Variation in Air Pollution and Health. Cent Eur J Public Health* 1997;5:82-5.
128. Khan HT. A hierarchical model of contraceptive use in urban and rural Bangladesh. *Contraception* 1997;55:91-6.
129. Fitzpatrick TR, Thanh VT. Age, gender and health among African Americans. *Soc Work Health Care* 1997;26:69-85.
130. Morey MC, Pieper CF, Sullivan RJ, Crowley GM, Cowper PA, Robbins MS. Five-year performance trends for older exercisers: a hierarchical model of endurance, strength, and flexibility. *J Am Geriatr Soc* 1996;44:1226-31.
131. Witte JS, Greenland S. Simulation study of hierarchical regression. *Stat Med* 1996;15:1161-70.
132. McIntosh MW. The population risk as an explanatory variable in research synthesis of clinical trials. *Stat Med* 1996;15:1713-28.
133. Lee JK, Lascoux M, Nordheim EV. Number of lethal equivalents in human populations: how good are the previous estimates? *Heredity* 1996;77:209-16.
134. Lewsey JD, Gilthorpe MS, Gulabivala K. An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration. *Community Dent Health* 2001;18:131-7.
135. Campbell SM, Hann M, Hacker J, Burns C, Oliver D, Thapar A, et al. Identifying predictors of high quality care in English general practice: observational study. *BMJ* 2001;323:784-7.
136. Armstrong N, Welsman JR. Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11- to 17-year-old humans. *Eur J Appl Physiol* 2001;85:546-51.
137. Murphy GT. Methodological issues in health human resource planning: cataloguing assumptions and controlling for variables in needs-based modelling. *Can J Nurs Res* 2001;33:51-70.
138. West E. Management matters: the link between hospital organisation and quality of patient care. *Qual Health Care* 2001;10:40-8.
139. Ireson J, Hallam S, Plewis I. Ability grouping in secondary schools: effects on pupils' self-concepts. *Br J Educ Psychol* 2001;71:315-26.
140. Gilthorpe MS, Griffiths GS, Maddick IH, Zamzuri AT. An application of multilevel modelling to longitudinal periodontal research data. *Community Dent Health* 2001;18:79-86.
141. Boyle MH, Willms JD. Multilevel modelling of hierarchical data in developmental studies. *J Child Psychol Psychiatry* 2001;42:141-62.
142. Van den Oord EJ. Estimating effects of latent and measured genotypes in multilevel models. *Stat Methods Med Res* 2001;10:393-407.
143. Kurinczuk JJ, Clarke M. Case-control study of leatherwork and male infertility. *Occup Environ Med* 2001;8:217-24.
144. Armstrong N, Welsman JR, Chia MY. Short term power output in relation to growth and maturation. *Br J Sports Med* 2001;35:118-24.
145. Ramsay CR, Grant AM, Wallace SA, Garthwaite PH, Monk AF, Russell IT. Statistical assessment of the learning curves of health technologies. *Health Technol Assess* 2001;5:1-79.
146. Twigg L, Moon G, Duncan C, Jones K. Consumed with worry: 'unsafe' alcohol consumption and self-reported problem drinking in England. *Health Educ Res* 2000;15:569-80.
147. Nevill AM, Holder RL. Modelling health-related performance indices. *Ann Hum Biol* 2000;27:543-59.
148. Armstrong N, Welsman JR, Williams CA, Kirby BJ. Longitudinal changes in young people's short-term power output. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1140-5.
149. Carey K. A multilevel modelling approach to analysis of patient costs under managed care. *Health Econ* 2000;9:435-46.
150. Greenland S. Principles of multilevel modelling. *Int J Epidemiol* 2000;29:158-67.
151. Gilthorpe MS, Maddick IH, Petrie A. Introduction to multilevel modelling in dental research. *Community Dent Health* 2000;17:222-6.
152. Gilthorpe MS, Griffiths GS, Maddick IH, Zamzuri AT. The application of multilevel modelling to periodontal research data. *Community Dent Health* 2000;17:227-35.
153. Kivimaki M, Vahtera J, Pentti J, Ferrie JE. Factors underlying the effect of organisational downsizing on health of employees: longitudinal cohort study. *BMJ* 2000;320:971-5.
154. Twigg L, Moon G, Jones K. Predicting small-area health-related behaviour: a comparison of smoking and drinking indicators. *Soc Sci Med* 2000;50:1109-20.
155. De Onis M, Frongillo EA, Blossner M. Is malnutrition declining? An analysis of changes in levels of child malnutrition since 1980. *Bull World Health Organ* 2000;78:1222-33.
156. Roderick P, Clements S, Stone N, Martin D, Diamond I. What determines geographical variation in rates of acceptance onto renal replacement therapy in England? *J Health Serv Res Policy* 1999;4:139-46.
157. Duncan C, Jones K, Moon G. Smoking and deprivation: are there neighbourhood effects? *Soc Sci Med* 1999;48:497-505.
158. Langford IH, Marris C, McDonald AL, Goldstein H, Rasbash J, O'Riordan T. Simultaneous analysis of individual and aggregate responses in psychometric data using multilevel modeling. *Risk Anal* 1999;19:675-83.
159. Langford IH, Leyland AH, Rasbash J, Goldstein H. Multilevel modelling of the geographical distributions of diseases. *J R Stat Soc Ser C Appl Stat* 1999;48:253-68.
160. Leyland AH, Boddy FA. League tables and acute myocardial infarction. *Lancet* 1998;351:555-8.
161. Scott A, Shiell A. Analysing the effect of competition on general practitioners' behaviour using a multilevel modelling framework. *Health Econ* 1997;6:577-88.
162. Scott A, Shiell A. Do fee descriptors influence treatment choices in general practice? A multilevel discrete choice model. *J Health Econ* 1997;16:323-42.
163. Edmunds WJ, O'Callaghan CJ, Nokes DJ. Who mixes with whom? A method to determine the contact patterns of adults that may lead to the spread of airborne infections. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1997;264:949-57.
164. Smith P, Sheldon TA, Martin S. An index of need for psychiatric services based on in-patient utilisation. *Br J Psychiatry* 1996;169:308-16.
165. Duncan C, Jones K, Moon G. Health-related behaviour in context: a multilevel modelling approach. *Soc Sci Med* 1996;42:817-30.
166. Nash MC, Wade AM, Shah V, Dillon MJ. Normal levels of soluble E-selectin, soluble intercellular adhesion molecule-1 (sICAM-1), and soluble vascular cell adhesion molecule-1 (sVCAM-1) decrease with age. *Clin Exp Immunol* 1996;103:167-70.

167. Carr-Hill RA, Rice N, Roland M. Socioeconomic determinants of rates of consultation in general practice based on fourth national morbidity survey of general practices. *BMJ* 1996;312:1008-12.
168. Abrams K, Jones DR. Meta-analysis and the synthesis of evidence. *IMA J Math Appl Med Biol* 1995;12:297-313.
169. Leyland AH. Examining the relationship between length of stay and readmission rates for selected diagnoses in Scottish hospitals. *IMA J Math Appl Med Biol* 1995;12:175-84.
170. Duncan C, Jones K, Moon G. Psychiatric morbidity: a multilevel approach to regional variations in the UK. *J Epidemiol Community Health* 1995;49:290-5.
171. Sharples PM, Matthews DS, Eyre JA. Cerebral blood flow and metabolism in children with severe head injuries. Part 2. Cerebrovascular resistance and its determinants. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995;58:153-9.
172. Brody GH, Ge X, Conger R, Gibbons FX, Murry VM, Gerrard M, et al. The influence of neighborhood disadvantage, collective socialization, and parenting on African American children's affiliation with deviant peers. *Child Dev* 2001;72:1231-46.
173. Hser YI, Shen H, Chou CP, Messer SC, Anglin MD. Analytic approaches for assessing long-term treatment effects. Examples of empirical applications and findings. *Eval Rev* 2001;25:233-62.
174. Kuo M, Mohler B, Raudenbush SL, Earls FJ. Assessing exposure to violence using multiple informants: application of hierarchical linear model. *J Child Psychol Psychiatry* 2000;41:1049-56.
175. Raudenbush SW, Liu X. Statistical power and optimal design for multisite randomized trials. *Psychol Methods* 2000;5:199-213.
176. Broome KM, Joe GW, Simpson DD. HIV risk reduction in outpatient drug abuse treatment: individual and geographic differences. *AIDS Educ Prev* 1999;11:293-306.
177. Dawes M, Clark D, Moss H, Kirisci L, Tarter R. Family and peer correlates of behavioral self-regulation in boys at risk for substance abuse. *Am J Drug Alcohol Abuse* 1999;25:219-37.
178. Brennan RT, Barnett RC. Negative affectivity: how serious a threat to self-report studies of psychological distress? *Womens Health* 1998;4:369-83.
179. Joe GW, Simpson DD, Broome KM. Effects of readiness for drug abuse treatment on client retention and assessment of process. *Addiction* 1998;93:1177-90.
180. Kivilu JM, Rogers WT. A multi-level analysis of cultural experience and gender influences on causal attributions to perceived performance in mathematics. *Br J Educ Psychol* 1998;68:25-37.
181. Leung KM, Elashoff RM, Rees KS, Hasan MM, Legorreta AP. Hospital- and patient-related characteristics determining maternity length of stay: a hierarchical linear model approach. *Am J Public Health* 1998;88:377-81.
182. Czobor P, Volavka J. Positive and negative symptoms: is their change related? *Schizophr Bull* 1996;22:577-90.
183. Svartberg M, Seltzer MH, Stiles TC, Khoo ST. Symptom improvement and its temporal course in short-term dynamic psychotherapy. A growth curve analysis. *J Nerv Ment Dis* 1995;183:242-8; discussion 249-50.
184. Braam AW, Van den Eeden P, Prince MJ, Beekman AT, Kivela SL, Lawlor BA, et al. Religion as a cross-cultural determinant of depression in elderly Europeans: results from the EURODEP collaboration. *Psychol Med* 2001;31:803-14.
185. Delva J, Mathiesen SG, Kamata A. Use of illegal drugs among mothers across racial/ethnic groups in the United States: a multi-level analysis of individual and community level influences. *Ethn Dis* 2001;11:614-25.
186. Boydell J, Van Os J, McKenzie K, Allardyce J, Goel R, McCreadie RG, et al. Incidence of schizophrenia in ethnic minorities in London: ecological study into interactions with environment. *BMJ* 2001;323:1336-8.
187. Van Os J, Driessen G, Gunther N, Delespaul P. Neighbourhood variation in incidence of schizophrenia. Evidence for person-environment interaction. *Br J Psychiatry* 2000;176:243-8.
188. Wieggers TA, Van der Zee J, Kerstens JJ, Keirse MJ. Variation in home-birth rates between midwifery practices in The Netherlands. *Midwifery* 2000;16:96-104.
189. Caris-Verhallen WM, Kerkstra A, Bensing JM, Grypdonck MH. Effects of video interaction analysis training on nurse-patient communication in the care of the elderly. *Patient Educ Couns* 2000;39:91-103.
190. Groenewegen PP, Leufkens HG, Spreeuwenberg P, Worm W. Neighbourhood characteristics and use of benzodiazepines in The Netherlands. *Soc Sci Med* 1999;48:1701-11.
191. Braam AW, Beekman AT, Van den Eeden P, Deeg DJ, Knipscheer KP, van Tilburg W. Religious climate and geographical distribution of depressive symptoms in older Dutch citizens. *J Affect Disord* 1999;54:149-59.
192. Flay BR, Petraitis J, Hu FB. Psychosocial risk and protective factors for adolescent tobacco use. *Nicotine Tob Res* 1999;(1 Suppl 1):S59-65.
193. LeClere FB, Rogers RG, Peters K. Neighborhood social context and racial differences in women's heart disease mortality. *J Health Soc Behav* 1998;39:91-107.
194. Matteson DW, Burr JA, Marshall JR. Infant mortality: a multi-level analysis of individual and community risk factors. *Soc Sci Med* 1998;47:1841-54.
195. Leyland AH, Langford IH, Rasbash J, Goldstein H. Multivariate spatial models for event data. *Stat Med* 2000;19:2469-78.
196. Omar RZ, Thompson SG. Analysis of a cluster randomized trial with binary outcome data using a multi-level model. *Stat Med* 2000;19:2675-88.
197. Sacco ML, Farber BA. Reality testing in adult women who report childhood sexual and physical abuse. *Child Abuse Negl* 1999;23:1193-203.
198. Birch S, Stoddart G, Beland F. Modelling the community as a determinant of health. *Canadian Journal of Public Health. Can J Public Health* 1998;89:402-5.
199. Langford IH, Bentham G. Regional variations in mortality rates in England and Wales: an analysis using multi-level modelling. *Soc Sci Med* 1996;42:897-908.
200. Rogers A, Huxley P, Thomas R, Robson B, Evans S, Stordy J, et al. Evaluating the impact of a locality based social policy intervention on mental health: conceptual and methodological issues. *Int J Soc Psychiatry* 2001;47:41-55.
201. Winter EM, Eston RG, Lamb KL. Statistical analyses in the physiology of exercise and kinanthropometry. *J Sports Sci* 2001;19:761-75.
202. Wyke S, Hewison J, Elton R, Posnett J, Macleod L, Ross-McGill H. Does general practitioner involvement in commissioning maternity care make a difference? *J Health Serv Res Policy* 2001;6:99-104.
203. Dewey C, Midgeley E, Maw R. The relationship between otitis media with effusion and contact with other children in a British cohort studied from 8 months to 3 1/2 years. The ALSPAC Study Team. *Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood. Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2000;55:33-45.
204. Wiles N, Dunn G, Barrett E, Silman A, Symmons D. Associations between demographic and disease-related variables and disability over the first five years of inflammatory polyarthritis: a longitudinal analysis using generalized estimating equations. *J Clin Epidemiol* 2000;53:988-96.

205. Anónimo. Growth patterns of breastfed infants in seven countries. WHO Working Group on the Growth Reference Protocol and WHO Task Force on Methods for the Natural Regulation of Fertility. *Acta Paediatr* 2000;89:215-22.
  206. Pound P, Sabin C, Ebrahim S. Observing the process of care: a stroke unit, elderly care unit and general medical ward compared. *Age Ageing* 1999;28:433-40.
  207. Round JM, Jones DA, Honour JW, Nevill AM. Hormonal factors in the development of differences in strength between boys and girls during adolescence: a longitudinal study. *Ann Hum Biol* 1999;26:49-62.
  208. Ecochard R, Clayton DG. Multi-level modelling of conception in artificial insemination by donor. *Stat Med* 1998;17:1137-56.
  209. Machin D, Weeden S. Suggestions for the presentation of quality of life data from clinical trials. *Stat Med* 1998;17:711-24.
  210. Langford IH, Bentham G, McDonald AL. Multi-level modelling of geographically aggregated health data: a case study on malignant melanoma mortality and UV exposure in the European Community. *Stat Med* 1998;17:41-57.
  211. Shouls S, Congdon P, Curtis S. Modelling inequality in reported long term illness in the UK: combining individual and area characteristics. *J Epidemiol Community Health* 1996;50:366-76.
  212. Yau KK. Multilevel models for survival analysis with random effects. *Biometrics* 2001;57:96-102.
  213. Breslow N, Leroux B, Platt R. Approximate hierarchical modelling of discrete data in epidemiology. *Stat Methods Med Res* 1998;7:49-62.
  214. Watier L, Richardson S, Hemon D. Accounting for pregnancy dependence in epidemiologic studies of reproductive outcomes. *Epidemiology* 1997;8:629-36.
  215. Troiano RP, Frongillo EA Jr, Sobal J, Levitsky DA. The relationship between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes* 1996;20:63-75.
  216. Gibbons RD, Hedeker D. Random effects probit and logistic regression models for three-level data. *Biometrics* 1997;53:1527-37.
  217. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 1995;333:276-82.
  218. Gmel G, Rehm J, Frick U. Methodological approaches to conducting pooled cross-sectional time series analysis: the example of the association between all-cause mortality and per capita alcohol consumption for men in 15 European states. *Eur Addict Res* 2001;7:128-37.
  219. Raudenbush SW. Comparing personal trajectories and drawing causal inferences from longitudinal data. *Annu Rev Psychol* 2001;52:501-25.
  220. Beacon HJ, Thompson SG. Multi-level models for repeated measurement data: application to quality of life data in clinical trials. *Stat Med* 1996;15:2717-32.
  221. Pan H, Goldstein H. Multi-level models for longitudinal growth norms. *Stat Med* 1997;16:2665-78.
  222. Jex SM, Bliese PD. Efficacy beliefs as a moderator of the impact of work-related stressors: a multilevel study. *J Appl Psychol* 1999;84:349-61.
-

