

La erupción dental normal y patológica



F. Marín García¹, P. García Cañas², M. C. Núñez Rodríguez²

¹CS Dolores Soria. Pinto, Madrid. España.

²Práctica Privada.

RESUMEN

La erupción dental es un motivo de frecuentes consultas tanto a pediatras como a odontoestomatólogos de Atención Primaria de Salud. Su conocimiento preciso, tanto en su fisiología como en su patología, es imprescindible para estos profesionales.

Se describen las líneas maestras de la erupción fisiológica y se detalla la patología de la erupción, tanto la local como las alteraciones de la cronología eruptiva, haciendo hincapié en aquellos aspectos más destacados que deben alertar al pediatra para el correcto enfoque de cada caso.

PUNTOS CLAVE

- La cronología de la erupción debe entenderse como un proceso individual de maduración, con grandes variaciones dentro de la normalidad.
- En la cronología de la erupción, solo en grandes variaciones temporales –y siempre en asimetrías– se debería pensar en posibles patologías subyacentes.
- Un niño que “se retrasa” en la erupción de sus dientes temporales en algún mes, lo hará también en la dentición definitiva, sin que produzca menoscabo alguno.
- La patología focal de la erupción puede ser gingivitis marginal, gingivitis y estomatitis necrotizantes, manchas azuadas, quistes de erupción, hematoma de erupción, opérculo gingival, secuestros óseos y foliculitis.
- En la cronopatología de la erupción, debemos vigilar más las asimetrías eruptivas entre dientes que un curso equilibrado aunque más lento.
- La erupción precoz de todos los dientes temporales

es muy poco frecuente y tiene una influencia genética.

- Cuando se pierde prematuramente un temporal, el definitivo se acelera o se retrasa en función del estado madurativo de su raíz.
- Los retrasos eruptivos en la dentición temporal suelen producirse por enfermedades sistémicas, y en la dentición definitiva, por causas locales.
- Las causas de retraso eruptivo en la dentición permanente son: falta de espacio en la arcada, desviación de la línea eruptiva, pérdidas prematuras, secuelas de traumatismos, anquilosis de los predecesores, restos radiculares, dientes supernumerarios, quistes y tumoraciones, y radiación local.

LA ERUPCIÓN DENTAL NORMAL Y PATOLÓGICA

Las consultas sobre aspectos relacionados con la erupción dental son frecuentes en la práctica clínica del pediatra y del odontoestomatólogo de Atención Primaria de Salud. El conocimiento preciso de su fisiología, así como las variaciones de la normalidad, su patología y, en su caso, su terapéutica, nos van a permitir tranquilizar, aconsejar y derivar o tratar cuando proceda, un buen número de nuestros pacientes.

FISIOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN DENTARIA

El proceso de erupción dentaria es un fenómeno fisiológico no exento de cierta complejidad, que va a conducir a los dientes desde una posición intraósea hasta la oclusión con su antagonista y, más allá, a mantener esa posición en la arcada a lo largo de la vida del individuo.

Como es sabido, el diente se forma a partir de tejidos ectodérmicos (la lámina dental) y mesodérmicos (los tejidos de soporte). Comienza su formación por la corona dentaria que posteriormente se calcificará; terminado este proceso de calcificación, se inicia el de formación de la raíz dental, momento en el cual damos por comenzado el proceso de la erupción dental.

Causas de la erupción

Todavía no hay una explicación unánime respecto del mecanismo último de la erupción; actualmente, se cree que son un concurso de causas sincrónicas las que llevarían adelante la erupción y que, sin ser exhaustivos, relacionamos a continuación:

1. El crecimiento de la raíz dentaria produce un desplazamiento axial del diente.
2. La presión vascular dentro del germen dentario superaría a la presión dentro del folículo dental, dando como resultado que el diente sería empujado hacia la periferia.
3. El crecimiento del hueso alveolar.
4. El crecimiento de la dentina y la membrana periodontal.
5. La proliferación de la vaina epitelial radicular de Hertwig.
6. La presión de la musculatura perioral.

Fases e la erupción

La erupción tiene lugar en tres fases, que, cronológicamente son:

1. **Fase preeruptiva:** una vez iniciada la calcificación de la corona dentaria, el germen dentario en su conjunto se desplaza de modo centrífugo dentro de los maxilares. Toda vez que se inicia el crecimiento radicular, es cuando el germen se desplaza en sentido vertical hacia la encía.
2. **Fase eruptiva prefuncional:** cuando ya está formado entre el 50 y el 75% de la raíz dentaria, se produce la emergencia clínica del diente a la boca. Se establece un área de enrojecimiento de la mucosa oral que luego se isquemia y, acto seguido, se produce la unión del epitelio oral y dental. Hay un movimiento activo de salida del maxilar (*erupción activa*) a la par que se establece un movimiento apical de los tejidos blandos gingivales (*erupción pasiva*).
3. **Fase eruptiva funcional:** cuando el diente entra en contacto con su antagonista se detiene su despla-

amiento vertical. Sin embargo, como ya se señaló, el diente continúa adaptándose durante el resto de su vida a las fuerzas que sobre él actúan y a su propio desgaste.

Cronología de la erupción

La cronología de la erupción debe entenderse como un proceso individual de maduración, al cual nos aproximamos estadísticamente; sin embargo, esos números, que representan meses o años de la vida del niño, han de ser estimativos y solo en grandes variaciones temporales –y sobre todo en asimetrías– se debería pensar en patologías subyacentes.

Igualmente, debemos considerar que un niño que “se retrasa” en la erupción de sus dientes temporales en algún mes respecto de la media, lo hará también en la dentición definitiva, sin que ello produzca menoscabo alguno. Es frecuente que, por ejemplo, si el primer temporal emerge a los siete meses y no a los seis, el recambio se inicie a los siete años y no a los seis.

Erupción en la dentición temporal

Los dientes comienzan a emerger a la arcada a los seis meses de edad y se completa la dentición infantil hacia los treinta meses de vida, si bien se entiende como normal para tener completada la dentición decidua los 36 meses \pm 6 meses.

Por lo general, los dientes inferiores preceden a los superiores –quizá la excepción sería el incisivo lateral–, sin que existan variaciones intersexuales. La dentición comienza por los incisivos centrales inferiores y continúa por los siguientes: incisivo central superior, incisivo lateral superior, incisivo lateral inferior, primer molar inferior, primer molar superior, canino inferior, canino superior, segundo molar inferior y segundo molar superior.

La exfoliación de los dientes temporales se lleva a cabo por odontoclastos y se trata de un fenómeno intermitente, en el cual priman los periodos de calma. Se desconocen los mecanismos íntimos que desencadenan este proceso, pero tiene una relación directa con la erupción del diente permanente, así como con la fuerza masticatoria ejercida sobre el diente temporal.

Así mismo, es importante recordar, no por la gravedad sino por la frecuencia de la consulta, que los dientes permanentes erupcionan por lingual de los temporales. El caso paradigmático es la erupción de los incisivos inferiores en esa localización lingual, sin que, en muchos casos, se haya producido la exfoliación de los temporales.

Erupción en la dentición permanente

Se inicia a los seis años de edad con la erupción del primer molar permanente, que lo hace detrás (en el área retro-molar) del segundo molar temporal, sin que suponga exfoliación alguna de diente temporal, lo que hace, en no pocos casos, que pase desapercibido para los padres. Se ha descrito que en las últimas décadas, sin embargo, hay una tendencia creciente a que el primer diente definitivo que erupciona sea el incisivo inferior. Sea como fuere, con esa erupción da comienzo la **dentición mixta primera fase**, que concluirá cuando todos los incisivos y los primeros molares permanentes hayan erupcionado.

Al aproximarse la pubertad se produce la erupción de los restantes dientes, los de los sectores laterales, iniciándose la **dentición mixta segunda fase**, con grandes variaciones individuales, influidas hormonalmente y con un adelantamiento generalizado en las niñas de 6 a 12 meses respecto de los niños. También hay variaciones interarcadas, pues en la inferior la secuencia es canino, primer premolar, segundo premolar, en tanto que en la superior es el canino el que erupciona en segundo o en tercer lugar respecto a los premolares. En cualquier caso, se considerará patológico cualquier orden si el segundo molar definitivo erupciona antes de que se haya exfoliado el segundo molar temporal.

PATOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN

Patología focal de la erupción

La erupción de los dientes suele acompañarse de una tendencia al frotamiento gingival, ya sea con la mano o con algún mordedor, que va a provocar a su vez un babeo acusado y la consiguiente irritación perioral. En el área de la erupción propiamente dicha hallaremos una encía hiperémica, como manifestación de una **gingivitis marginal inespecífica**, que es autolimitada en niños sanos, mientras que en casos de malnutrición se han descrito, de modo excepcional, cuadros de **gingivitis** e incluso **estomatitis necrotizantes**.

En algunos casos se produce un acúmulo líquido dentro del folículo dentario, que se encuentra a presión y próximo a erupcionar y que da lugar a las **manchas azuladas**; si bien, en ocasiones, puede tener un tamaño algo mayor y conocerse como **quistes de erupción** que, si son de contenido hemático se conocen como **hematomas de erupción** (Figura 1). En cualquier caso, debemos tranquilizar a los padres sobre el particular y solo cuando el tamaño sea notable se procederá al drenaje de los mismos, lo que ocasiona una pronta erupción del diente.



Figura 1. **Hematoma de erupción**

Como ya se ha comentado, el tejido folicular del diente en erupción se fusiona con el gingival y ambos inician una retracción que se conoce como erupción pasiva. En ocasiones, y sobre todo en los molares mandibulares, y normalmente como manifestación de que la erupción molar no se ha acompañado de un crecimiento acorde del hueso alveolar, permanece en distooclusal del molar un lóbulo de tejido blando gingival que se denomina **opérculo gingival**. Su resolución espontánea se produce como consecuencia del antedicho crecimiento alveolar pero, en ocasiones, genera un cuadro clínico debido al mordisqueo continuo por hallarse en el plano oclusal del molar. La actitud terapéutica será la de esperar a su autorresolución pero, si hay cuadros recidivantes de dolor, inflamación y/o infección, se procede a la extirpación del mismo bajo anestesia local.

Con menor frecuencia, también se objetivan los llamados **secuestros óseos de erupción**, manifestación de una pequeña área de necrosis ósea avascular encima del molar en erupción, que desaparece espontáneamente.

Por último, hay otra patología relativamente frecuente que es la **foliculitis** de un diente permanente no erupcionado, debido a la infección profunda del temporal, que ocasiona una osteítis peridentaria. Se debe realizar la exodoncia del diente temporal. En ocasiones, esta extracción resulta en un estímulo para el diente definitivo, que, todavía sin su raíz convenientemente formada, erupciona y sufre un traumatismo oclusal que conduce a su pérdida en no pocas ocasiones.

Patología de la cronología de la erupción

La erupción es un fenómeno biológico que tiene unos márgenes temporales muy amplios dentro de la normali-

dad. Dentro de los límites referidos en los apartados anteriores debemos estar más vigilantes a las asimetrías eruptivas entre dientes similares, que a un curso equilibrado aunque más lento.

Por otra parte, y como ya se ha apuntado, es habitual observar cómo niños que siendo lactantes tuvieron una erupción posterior a lo habitual –pero sin ser patológica– conservan ese retraso aparente en la erupción de la dentición definitiva. Así, no es de extrañar que, por ejemplo, en un niño que tuviera su primer diente temporal –el incisivo central inferior– a los siete u ocho meses en lugar de los seis, veamos iniciar el recambio de los homólogos definitivos a los siete años en lugar de a los seis. Es importante considerar estos datos en la anamnesis a su progenitores, quienes entenderán esta “secuencia relentizada”, y no comenzarán a solicitar exploraciones radiográficas innecesarias.

La cronopatología de la erupción puede obedecer a factores sistémicos o locales, afectar a la dentición temporal o a la definitiva y ser por adelanto o retraso. Veremos a continuación las diferentes combinaciones de estos extremos.

Erupción precoz

De los dientes temporales

La erupción precoz de todos los dientes temporales es muy poco frecuente y tiene una influencia genética.

La erupción precoz localizada se limita a los centrales inferiores, pudiendo ser **dientes connatales**, si ya están presentes en el momento del nacimiento del niño o **neonatales** si el diente erupciona en las primeras semanas de vida. Estos dientes pueden crear un problema local de erosión en la lengua del lactante y en el pezón materno que dificultará la alimentación. Como además tienen una raíz todavía no formada, su grado de movilidad es importante, con el riesgo de exfoliación espontánea y aspiración. Estas causas suelen indicar su exodoncia, tras la cual puede formarse en esa zona un tejido fibroso que es el correspondiente a una raíz aberrante.

De los dientes definitivos

La erupción precoz generalizada de los dientes definitivos es muy rara.

Sin embargo, sí es frecuente la erupción precoz de dientes definitivos aislados cuando el temporal que les corresponde se ha perdido, ya sea por un traumatismo o por caries. El estado madurativo de la raíz del diente definitivo es determinante para evaluar este fenómeno, pues si dicha raíz está suficientemente formada la pérdida del temporal

acelera la erupción del definitivo –con el consiguiente problema de falta de espacio, pues en no pocos casos no existe suficiente hueso alveolar que lo aloje– mientras que si la raíz no está suficientemente formada, la pérdida del temporal supone un retraso mayor en la erupción del definitivo.

Erupción tardía

El retraso eruptivo de la dentición temporal suele corresponder a factores generales, mientras que cuando solo afecta a la dentición permanente las causas suelen ser locales.

De los dientes temporales

De modo generalizado, se dan en prematuros, los cuales, al recuperar sus cifras madurativas y pondoestaturales, recuperan su normal erupción.

Las causas sistémicas –equivalentes a las de la dentición definitiva– corresponden a una serie de síndromes y enfermedades que se relacionan en la [Tabla 1](#) y que no son objeto de este artículo. Debemos destacar, por su frecuencia y posibilidad de terapia, la hipovitaminosis D y el hipotiroidismo.

De los dientes definitivos

Como ya se ha comentado, las causas sistémicas de retraso eruptivo se relacionan en la [Tabla 1](#), si bien las causas locales son las más frecuentes en ocasionar retrasos eruptivos en la dentición definitiva.

Las causas locales que producen retraso eruptivo en la dentición permanente se relacionan en la [Tabla 2](#) y se comentan a continuación.

Falta de espacio en la arcada

El correcto alineamiento de los dientes en las arcadas dentarias y, por tanto, la óptima fisiología del aparato estomatognático van a depender en gran medida de la correcta relación entre el espacio óseo disponible en los maxilares para alojar los dientes y el tamaño de estos. Esta discrepan-

Tabla 1. **Enfermedades y síndromes con retraso eruptivo en la dentición temporal y definitiva**

- Síndrome de Down
- Disostosis cleidocraneofacial
- Acondroplasia
- Displasia ectodérmica
- Síndrome de Gardner
- Amelogénesis imperfecta
- Hipotiroidismo
- Hipopituitarismo
- Hipovitaminosis D
- Osteopetrosis

Tabla 2. **Causas locales de retraso eruptivo en la dentición permanente**

- Falta de espacio en la arcada
- Desviación de la línea eruptiva
- Pérdidas prematuras
- Secuelas de traumatismos
- Anquilosis de los predecesores
- Restos radiculares persistentes
- Dientes supernumerarios
- Quistes y tumoraciones
- Radiación local

cia entre el contenido y el continente, conocida como discrepancia óseo-dentaria y que aquí recogemos genéricamente como falta de espacio en la arcada, es la causa más frecuente de retraso eruptivo en la dentición permanente. Los dientes que se ven afectados con mayor frecuencia son el incisivo lateral, el canino y el primer molar.

Ejemplos típicos de este problema son las erupciones por palatino o lingual de los incisivos laterales; la erupción por vestibular de los caninos, con la probable pérdida de tejidos de soporte; o la erupción hacia mesial (anterior) del primer molar superior, con impactación y erosión patológica sobre el segundo molar temporal, que conduce a la exodoncia de este último y a recuperar el espacio perdido después.

Son muchas las herramientas terapéuticas que se pueden emplear para el tratamiento de estas patologías (en función, lógicamente, de la etiología del caso) y que discurren desde la expansión ósea (para aumentar el continente), a la exodoncia de piezas definitivas, normalmente los premolares, (para disminuir el contenido). Mencionamos aquí una terapéutica menos conocida pero no infrecuentemente empleada, que es la de **extracciones seriadas**. El tamaño de los premolares es menor que el de los molares temporales a quienes suplen, con lo cual se pierde algo de espacio. La técnica referida de extracciones seriadas tiene como fundamento forzar una secuencia de erupción concreta mediante la exodoncia de los molares y los caninos temporales para ganar esos milímetros de diferencia de tamaño de dientes que sino se perderían.

Desviación de la línea eruptiva

El recorrido intraóseo de los dientes puede alterarse y provocar retrasos eruptivos de ellos mismos o de diente próximos.

Acabamos de citar la pérdida de espacio en el maxilar superior por la impactación del primer molar permanente sobre el segundo molar temporal, lo que a su vez va a provocar un retraso eruptivo del segundo premolar.

Sin embargo, el diente que con mayor frecuencia sufre este problema es el canino superior, ya sea por erupcionar en el lugar indebido (**erupción ectópica**) o incluso no erupcionar (**impactación y/o inclusión**). Debemos sospechar estos problemas ante asimetrías y cuando, en el entorno de los 12 o 13 años de edad, con el conjunto de la erupción completada, detectemos la presencia, aún simétrica, de unos caninos superiores pequeños respecto de sus compañeros de arcada, más blanquecinos o erosionados. En muchos casos, el abordaje quirúrgico de esos caninos y su traslación ortodóntica a su lugar en la arcada resuelven el problema.

Ocasionalmente se objetiva la alteración en la erupción del segundo molar definitivo por la interposición del cordal (**Figuras 2 y 3**).

Con cierta frecuencia, en la dentición mixta primera fase observamos alteraciones en las posiciones relativas de los incisivos laterales superiores que se sitúan vestibularizados por el empuje del canino (**Figuras 4 y 5**).

Casos extremos de desviación de la línea eruptiva, pero ya más infrecuentes, son la **transposición** (intercambio de las posiciones de dos dientes entre sí) y la **transmigración** (diente que erupciona cronológicamente en su momento pero lo hace en una localización que no le corresponde), que requieren el concurso del especialista en ortodoncia, aunque en muchos de los casos de transposición lo único que puede hacer es aconsejar la mejor adaptación funcional y estética posible de dichas piezas, por resultar imposible mover esos dientes a las posiciones que anatómicamente les hubieran correspondido.

Pérdidas prematuras de dientes temporales

Las pérdidas prematuras de los dientes temporales pueden ser causa de trastornos de la erupción de los definitivos, ya que pueden, como se ha comentado, acelerar o retrasar



Figura 2. **Retraso eruptivo de 47 por erupción mesial del 48 en adolescente**



Figura 3. **Tras la exodoncia quirúrgica del cordal de la figura 2, el molar recupera su erupción normal**

la erupción de estos en función del grado de maduración radicular del definitivo cuando se pierde el temporal. Esto, a su vez, puede condicionar la erupción de los dientes del entorno.

Un ejemplo típico de este problema es la migración anterior o mesial del primer molar definitivo, al haber perdido prematuramente el segundo molar temporal. Para evitar este problema, cuando se pierde prematuramente el segundo molar temporal se debe colocar sin demora un **mantenedor de espacio** que, en su versión más sencilla, es el llamado de banda-ansa, que consiste en una banda de metal que contornea el molar definitivo a la que se suelda un bucle que hace tope sobre el primer molar temporal, para así evitar que el primer molar se desplace mesialmente.

Secuelas de traumatismos

El diente definitivo en su estado de germen puede sufrir un impacto del homólogo temporal. Es típico en el sector



Figura 4. **Vestibularización de los laterales superiores por interposición del canino**



Figura 5. **Ortopantomografía. Se observa la imposibilidad de los laterales de la figura 4 para adoptar su posición normal**

anterior, sobre todo en el superior, que los traumatismos dentales ocasionen intrusiones del temporal, pudiendo golpear en ese movimiento el germen del definitivo; esto, además de alteraciones morfológicas, puede tener como consecuencia su retraso en la erupción.

Anquilosis alveolodentaria del temporal

En ocasiones se produce una fusión entre el cemento radicular del diente temporal y el hueso alveolar que lo circunda, con pérdida del ligamento periodontal. Ello va a producir que ese diente no crezca como los demás, ni tampoco su hueso alveolar, como sí lo hace el resto de los diente de la arcada; su posición relativa es cada vez más baja, dando aspecto de que se sumerge, y no es extraño ver que llega a volver a meterse bajo la encía. Esta anomalía va a provocar el retraso de la erupción del diente definitivo y la egerción del definitivo antagonista. El tratamiento es la extracción del diente anquilótico (Figuras 6 y 7).

Restos radiculares persistentes

Normalmente, los restos radiculares de los dientes temporales no ocasionan problemas a los definitivos. Sin embargo, se han descrito casos en que sí, cuando se producen destrucciones masivas por caries de las coronas de los temporales que dejan indemnes sus raíces.

Dientes supernumerarios

El diente supernumerario es un diente extra sobre los 32 definitivos posibles. La mayor frecuencia es en el maxilar superior central, seguido a distancia de los premolares inferiores y los molares superiores.



Figura 6. **Imagen clínica de intrusión por anquilosis del temporal y agenesia del definitivo**

Este diente puede quedar incluido sin originar ninguna patología y ser un hallazgo radiográfico, o bien interferir en la línea de erupción de uno o varios dientes.

El caso típico es un diente supernumerario en el maxilar central, conocido como *mesiodens*, que impide la erupción de alguno de los centrales, habiendo erupcionado el contralateral sin problemas, lo que crea una asimetría evidente que debe ponernos sobre aviso de este problema. El tratamiento, si se produce alguno de estos conflictos, es la exodoncia del mismo.



Figura 7. **Ortopantomografía donde se pueden ver con diferentes grados de intrusión los 25 y 45 de la figura 6.**

Citaré, a modo de anécdota por lo infrecuente, el caso visto en una ocasión de dos *mesiodens* que generaron un aparente retraso simétrico. Lógicamente, se resolvió con la exodoncia quirúrgica de ambos.

Quistes y tumoraciones

Los quistes a tensión o las tumoraciones pueden ser causa de retrasos en la erupción. Su exéresis es el tratamiento.

Radiación

La radiación en los tumores pediátricos de cabeza y cuello, y aun de mediastino, puede ocasionar alteración en la formación de las raíces y su retraso en la erupción. El mejor tratamiento es la prevención.

CUADERNO DEL PEDIATRA

- El proceso de erupción dentaria es un fenómeno fisiológico y pluricausal que va a conducir a los dientes desde una posición intraósea hasta la oclusión con su antagonista, y que se mantendrá a lo largo de la vida para ajustar los dientes a sus propios cambios.
- La cronología de la erupción debe entenderse como un proceso individual de maduración, en el que solo en grandes variaciones temporales –y sobre todo en asimetrías– se debería pensar en patologías subyacentes.
- Igualmente, debemos considerar que un niño que “se retrasa” en la erupción de sus dientes temporales en algún mes respecto de la media, lo hará también en la dentición definitiva.
- Los dientes comienzan a emerger a la arcada los seis meses de edad y se completa la dentición infantil hacia los 30 meses de vida. Mientras que la dentición definitiva se produce en dos fases, con un periodo de calma de varios años.



- La erupción discretamente a lingual de los incisivos inferiores no debe considerarse patológica.
- La patología de la erupción puede ser focal o por alteración en la cronología. La focal suelen ser procesos autolimitados que producen más estrés en los progenitores que la gravedad de los cuadros en sí mismos.
- La cronopatología de la erupción puede obedecer a factores sistémicos o locales, afectar a la dentición temporal o a la definitiva y ser por adelanto o retraso.
- El retraso eruptivo de la dentición temporal suele corresponder a factores generales, en tanto que cuando solo afecta a la dentición permanente las causas suelen ser locales.
- Las causas de alteraciones de la dentición permanente son diversas pero se debe destacar la pérdida prematura de los dientes temporales, sobre todo de los segundos molares temporales, que debe ir seguida en un buen número de casos de la colocación de un mantenedor de espacio.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Canut JA. Fisiología de la erupción. En: Ortodoncia Clínica. Barcelona: Salvat; 1988.
- Mendoza Mendoza A, Solano Reina E. Manejo del espacio. En: Barbería Leache, E. Odontopediatría. Barcelona: Masson; 2001.
- Varela Morales M. Alteraciones de la erupción dentaria y su tratamiento. En: Problemas Bucodentales en Pediatría. Madrid: Ergon; 1999.
- Varela Morales M. Erupción dentaria normal. En: Problemas Bucodentales en Pediatría. Madrid: Ergon; 1999.