

CERAMICA DENTAL

EL VACIO PARA LA COCCION DE LA PORCELANA

Por RENATO E. E. ILLARI (*)

Estamos lejos del momento en que se escribía «la cocción de la porcelana al vacío produce excelente densidad y una porcelana estable, pero no se presta a la mecanización» (1); actualmente los fabricantes de dientes artificiales de porcelana de Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Suiza, Francia, Italia, etc., los cocinan al vacío.

Los más destacados laboratorios dentales de Europa y América ofrecen labores cerámicas realizadas al vacío, y finalmente las fábricas de porcelana ponen al alcance del ceramista sus últimos materiales, todos preparados para ser procesados al vacío.

¿Cuál es el origen y ventajas de esta técnica y por qué se impuso en forma tan terminante?

La búsqueda de materiales y medios estéticos ha sido una preocupación de los odontólogos desde que existe nuestra ciencia. La porcelana ha sido uno de los materiales preferidos desde hace unos doscientos años para la solución de muchos problemas de esta naturaleza. Sin embargo, las primeras porcelanas eran opacas, porosas y de apariencia artificial; hasta hace relativamente pocos años, estas porcelanas tan poco estéticas eran las que se usaban habitualmente.

La aparición de la porcelana semitraslúcida primero y traslúcida después mejoró este aspecto de las cosas. Los cambios de fórmula dieron, sin embargo, más fragilidad a la masa cerámica; el aumento en la proporción del cuarzo o del feldespatos mejoran sin duda las condiciones ópticas de la cerámica, y por ende la estética, pero el material resultante es de menor resistencia. En otro orden de cosas, se vio que la gran cantidad de poros de aire que se encuentran en el interior de las masas comunes de porcelana le dan una gran opacidad; para eliminar esta porosidad se ensayaron cambios en las fórmulas de los materiales, y en las técnicas de condensación, mediante un cuidadoso estudio del tamaño de los gránulos que intervenían en la confección de las masas cerámicas, fue posible lograr una mejora real en la cantidad de poros.

(*) Docente libre y Jefe de Clínicas de la Cátedra de Clínica de Operatoria Dental. Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se llegó al resultado de que porcelanas de gránulos pequeños daban mayor porosidad que las de gránulos grandes (1). Luego se comenzaron a ensayar nuevas técnicas en los métodos de cocción. Gatzka, en 1949, observó que la porcelana cocida en una atmósfera de gas inerte, tal como el nitrógeno, presenta una porosidad que es muy inferior a la de la porcelana cocida en una atmósfera común. Estas primeras experiencias llevaron a Gatzka al desarrollo de lo que es actualmente la cocción de la porcelana al vacío. Varios investigadores, como Vines, Semmelmann, Overdiek, Lacour y Neueschwander, investigaron algunos aspectos de la cocción al vacío. Con el fin de conocer las diferencias que existen entre la cocción de una masa cerámica al aire y otra al vacío, se realizó en la Facultad de Odontología de la Universidad de Córdoba una investigación que abarcó un período de más de dos años y fue presentada en forma de tesis por el autor.

Labor de investigación

El trabajo de investigación se refería especialmente a los puntos relativos a la mecánica de la cocción de la porcelana y los cambios que se producían al realizar el vacío durante la cocción. Sabemos que la porcelana se presenta en forma de pequeños gránulos de diferentes tamaños que al ser condensados o comprimidos entre sí por las manipulaciones del técnico en el momento de preparar el trabajo van a tomar un contacto más o menos íntimo, de acuerdo a las manipulaciones que se hayan efectuado. Cuando la porcelana es sometida al calor, los gránulos comienzan a reblandecer y fundir en forma superficial, pegándose primero entre sí y luego al progresar la fusión fluyendo la porcelana que ha sido más licuada por el calor entre las partículas aún no fundidas y produciendo una conglomeración con una serie de fenómenos químicos y físicos simultáneos.

Los fenómenos físicos son la aproximación de las partículas, la pérdida de una cierta cantidad de poros, o sea de una cierta cantidad de aire, que por simple tensión superficial de la porcelana es desalojada del interior de la masa, la contracción que sufre la masa y el brillo y la transparencia que toma al finalizar la cocción. Entre los cambios químicos está el desprendimiento de gases, que van a producir a su vez poros nuevos en la masa (2). Sin duda el vacío actúa eliminando los poros, pero queríamos saber primero el mecanismo de la actuación, el vacío necesario para eliminar los poros, el efecto del vacío según su aplicación en diferentes momentos de la cocción, el efecto de vacíos progresivos sobre porosidad natural y hasta qué punto podía eliminar porosidades artificiales que se crea-

ron, el efecto del vacío sobre el punto de fusión de la porcelana, la influencia que tiene la fusión al vacío sobre la contracción de la porcelana y finalmente los cambios que se producen en la resistencia a la ruptura por flexión en probetas de porcelana.

Toda esta serie de experiencias, que tuvo una duración de dos años, se realizaron con varios tipos de porcelana convencional, tales como la porcelana White de alta, media y baja fusión, la porcelana Apco y porcelana Vita convencionales y se usó, para las experiencias que así lo requirieron, porcelanas Vita-Vakuum, de tipo transparente, especial para la cocción al vacío. Por las características de esta porcelana se tiene un testigo muy eficiente del efecto del vacío en la cocción. La porcelana N.º 70, transparente, Vita-Vakuum, es una porcelana que cocida al vacío y en condiciones óptimas tiene una transparencia perfecta, mientras que cocida al aire a presión atmosférica normal tiene un color blanco, que es producido por la cantidad de poros que queda incluida en la masa.

RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS

Efectos de vacíos progresivos sobre porosidades naturales y artificiales de las masas

Los efectos de la cocción al vacío se ponen de manifiesto en cualquier tipo de porcelana sobre la que sea aplicada. La porcelana puede ser alta, media o baja fusión; en cualquier caso se producirá un efecto que será proporcional al vacío efectuado; no interesa tampoco que la porcelana sea preparada especialmente para la cocción al vacío, o sea porcelana convencional. En el caso de que la porcelana convencional sea cocinada al vacío, se producirá un cambio en su coloración derivado de la desaparición de los poros que antes le incorporaban un color blanco a la masa. Por tanto, la porcelana convencional que se use para cocciones al vacío debe tener parte de un opacificador para impedir una transparencia excesiva y un corrector de colores.

Para resultados óptimos, el vacío no debe ser menor de los 700 ó 720 milímetros de mercurio. A vacíos inferiores el resultado resulta deficiente (fig. 1); los primeros efectos se notan a los 500 milímetros de mercurio (fig. 2) y son progresivamente mayores. Si los resultados de la cocción al vacío a 700 ó 720 milímetros de mercurio son buenos, al aumentar el vacío hasta 755 milímetros lo que se gana en transparencia o densidad de la porcelana es relativamente poco. La cocción al vacío hace desaparecer hasta un 80 por 100 de los poros, y los poros remanentes son también de un tamaño más pequeño (fig. 3).

Cocción al vacío de masas cerámicas con porosidades artificiales

Está generalmente aceptado que el aire remanente es el origen de gran cantidad de poros; también hemos visto que otro de los motivos es el desprendimiento de gases derivados del feldespató, que ocurre en el momento de la cocción. Sin embargo, estos poros no pueden ser medidos a priori, sino son el resultado de una serie de fenómenos que los alteran. Así, la porosidad de una porcelana cocida al aire varía según se progresa de la superficie de la porcelana hacia el centro de la masa donde la porosidad es máxima. A fin de poder valorar los efectos del vacío en la supresión de los poros, hemos realizado la mezcla de una sustancia orgánica, metacrilato de metilo, polimerizado en forma de esférulas plásticas que al quemarse cuando eran calentadas dejaban un espacio vacío que era mesurable a priori. Cuando la cocción de esta porcelana se realizaba al aire, la cantidad, proporción y tamaño de los poros resultaba justificada por la cantidad de acrílico agregada (fig. 4). Al quemarse el acrílico dejaba un espacio que la porcelana era incapaz de rellenar; cuando la mezcla de porcelana con acrílico fue cocinada al vacío, los resultados que se obtuvieron fueron muy diferentes. La porcelana resultó densa y homogénea, no teniendo ninguna importancia la cantidad y el tamaño de los poros que existían previamente (fig. 5).

Para valorar en su medida justa la capacidad del vacío para la desaparición de los poros tenemos que tener en cuenta que el problema de la condensación es el causante principal, en nuestro juicio, de los poros que existen en una masa cerámica cocida al aire.

Cuando llega el momento de la cocción, las partículas de porcelana se funden superficialmente y la porcelana más fluida va por tensión superficial desalojando, en cierta medida, el aire que contiene la cerámica. Sin embargo, la tensión superficial de la porcelana fluida debe vencer a una fuerza en el aire que es equivalente a una atmósfera de presión para desalojar a éste del interior de la masa, y la tensión superficial no es suficiente en la mayoría de los casos para desalojar todos los poros; a esto se debe la porosidad resultante.

Cuando se cocina en una atmósfera enrarecida, la fluidez de la porcelana es suficiente por sí sola para desalojar la pequeña cantidad de aire remanente que puede haber quedado, sobre todo teniendo en cuenta la poca presión a que se encuentra este aire.

Algunos autores pensaron que el vacío podía actuar también en el momento de destapar el horno. En este caso, al ver menor la presión del aire en los poros y al estar la porcelana fluida, los poros resultarían comprimidos por la presión exterior.

Sin embargo, las experiencias que hemos realizado para completar este ciclo no confirman esta teoría. Se cocieron al

vacío masas cerámicas. Una vez lograda la cocción se desconectó el horno, manteniendo el vacío hasta que la temperatura cayó, solidificándose la porcelana. Las probetas controladas tenían el mismo grado de porosidad que aquellas en que se daba el aire cuando la porcelana estaba fluida. Así concluimos que solamente la tensión superficial de la porcelana y la falta de aire son las responsables de la desaparición de los poros.

Cualquier cantidad de gas que se genere durante el proceso de cocción, por la descomposición del feldespató o de otros materiales (3), es también extraída de la masa por el vacío.

Efecto del vacío sobre el punto de ebullición de la porcelana

Al reblandecerse, la porcelana se torna un líquido siruposo y de una gran densidad. Esto nos indujo a pensar si al estar cocinada al vacío el punto de fusión de la porcelana variaría. Las experiencias que se realizaron indican que el punto de reblandecimiento de la porcelana no cambia. Sin embargo, cuando la fusión es total, el vacío afecta violentamente a la masa cerámica, llevándola a la ebullición.

Los pasos previos de la cocción, tales como el bizcochado, se seguirán realizando siempre a la temperatura normal de la masa, pero cuando se llega al punto de glaseo, punto en que la porcelana se funde ya en forma manifiesta, el riesgo de alterar la masa por efecto del vacío es muy grande. Los efectos suelen ser devastadores. La sobrecocción es diferente de la que se cumple al aire. Al vacío, la porcelana entra violentamente en ebullición, con la formación de cráteres y poros de tal tamaño que arruinan totalmente la labor.

De esta forma, desde que el glaseo al vacío no aporta ningún beneficio a la cocción de la porcelana, por razones de seguridad se debe realizar a presión atmosférica normal.

La cocción al vacío de la porcelana debe ser finalmente regulada en su período de bizcochado. No se debe permitir que llegue al estado de glaseo (4).

Efectos del vacío según los diferentes momentos de la cocción

Ya hemos visto cuál es el principio de la actuación del vacío. El vacío actuaría permitiendo que la tensión superficial de la porcelana cocida aproxime las partículas de porcelana entre sí. Esto nos indica teóricamente cuál es el momento adecuado para la aplicación del vacío.

Las experiencias desarrolladas indican que el vacío debe ser efectuado inmediatamente después de poner la porcelana dentro de la muela, antes de que comience la cocción.

Si el vacío se hace en forma tardía, la porcelana ya ha ce-

rrado su trama interna, y la cantidad de aire que haya sido atrapada no puede ser eliminada por un vacío posterior; al contrario, el tamaño de los poros tiende a agrandarse. Por otra parte, si el vacío es discontinuado durante la cocción o se suspende cuando la cocción todavía no se ha completado, queda una cantidad de poros remanentes que no son desalojados por cocciones posteriores al vacío (fig. 6).

De esta experiencia se desprende la importancia que tiene el mantener el vacío durante toda la cocción desde el momento que se introduce la porcelana a la cámara de cocción hasta el momento en que se ha realizado el bizcochado de la masa.

Contracción de las masas cocidas al vacío

De acuerdo a lo visto, los bránulos de porcelana cuando se cocinan al vacío se aproximan entre sí en mayor medida que cuando se cocinan al aire. Se debe preveer entonces una contracción mayor que la habitual cuando la cocción de la porcelana es realizada al vacío. Los poros que normalmente se encuentran ahora están ausentes, y esto hace que la contracción de la porcelana sea de mayor magnitud que en la cocción convencional.

Esta diferencia puede llegar a un 11 por 100 de contracción lineal más cuando se trabaja al vacío que cuando se trabaja en cocciones atmosféricas.

Cambios que se producen en la resistencia a la ruptura por flexión de probetas de porcelana cocinadas al vacío

Con respecto a la resistencia por flexión, lo que se puede decir hasta el momento es poco concluyente. Las pruebas de resistencia a la flexión son pruebas que demuestran más bien la resistencia de la probeta a la compresión por una parte y al estiramiento por otra. Estas pruebas son sumamente complejas, por los factores mecánicos que intervienen en la fractura. Por otra parte, para que las experiencias que se realicen sean realmente valederas, se deberían realizar las cocciones con un horno completamente automático y uniformar posteriormente el tamaño de las probetas hasta que el error de tamaño sea despreciable. En el momento actual esto tiene dificultades de orden práctico que las hacen difíciles de cumplir.

De lo que se desprende de las experiencias realizadas por nosotros y por otros autores (5), en condiciones que distan de ser las ideales, la porcelana cocinada al vacío parece tener una resistencia mayor a la fractura por flexión que la porcelana cocida al aire. Lo que se manifestó en forma concluyente a lo largo de estas experiencias fue la bondad del nuevo tipo de

porcelana ensayado para la cocción al vacío. Aun cocida al aire esta porcelana era de mayor resistencia que casi todas las otras porcelanas ensayadas. Esto es atribuido por nosotros a las variaciones que deben haber tenido las fórmulas de las masas para compensar la transparencia que adquieren por pérdida de porosidad.

Cuando se aumenta el porcentaje de caolín en las masas no solamente se le da opacidad a la masa, sino se la dota de mayor resistencia a las flexiones; justamente los requerimientos mecánicos que son más favorables para nuestros trabajos.

CONCLUSIONES

Los resultados de la cocción de la porcelana en una atmósfera enrarecida son verdaderamente sorprendentes. La cantidad de poros baja hasta tal punto que porcelanas cocidas al aire de color blanco se vuelven transparentes cuando son cocidas al vacío. El resultado es una masa de mayor resistencia mecánica; la falta de poros da a la porcelana una característica estructura. Tiene una textura muy fina y una apariencia homogénea de estética igual o superior a la que antes era exhibida solamente por los plásticos. Al ser porcelana homogénea, se asemeja más a la estructura del diente natural y los resultados estéticos que se obtienen son de una calidad insuperable. La semejanza dentaria es tal que no es difícil confundir la restauración con un verdadero diente natural.

Podemos sintetizar los resultados recordando que una atmósfera enrarecida es un medio eficaz para la disminución de la porosidad de la masa cerámica; el vacío va a actuar pobremente por debajo y hasta los 500 milímetros de presión, produciendo un efecto proporcional a medida que se aumenta. Mientras más se aproxime a los 755 milímetros de presión, menor es el tamaño y la cantidad de los poros encontrados, sean éstos naturales o artificiales.

El vacío no influye en forma apreciable en el punto de bizcochado de las masas cerámicas, pero lo hace en forma violenta en el glaseo de las masas cerámicas, produciendo la ebullición de la porcelana. Mientras mayor sea el vacío en el momento de la cocción, más contracción tendrá la masa terminada. La masa resultará de una mayor densidad; debe ser tenido en cuenta que la diferencia entre la porcelana cocida a 0 milímetros de presión y aquella cocida al máximo vacío llega al 11 por 100 lineal, y esta cifra debe ser apreciada cuando se confecciona una restauración en el laboratorio. Para que la acción del vacío sea efectiva, debe extenderse desde unos 100 grados antes del punto de cocción de la porcelana hasta que la masa tenga ya un bizcochado avanzado. No debe comenzarse la cocción de la masa con presión atmosférica, y si por un error

de técnica la masa tuviese aire en su interior, no hay operación posterior capaz de corregir este defecto. La porcelana común cuando es cocida al vacío aumenta su resistencia a la fractura por flexión. La porcelana especial para vacío cuando es cocida al aire disminuye la resistencia propia a la fractura por flexión; sin embargo, en las porcelanas especiales para vacío la diferencia de resistencia entre la cocción al aire y la cocción al vacío no es considerable. Más importancia que al método de cocción en sí se debe dar a la fórmula de la porcelana; por otra parte, mientras más condensada está la porcelana, mayor será su resistencia. El vacío no reemplaza en forma total a la condensación, pero sí la complementa en forma muy eficiente, produciendo una condensación de las masas que es imposible de lograr de ningún otro medio que no incluya grandes presiones y moldes metálicos. Por tanto, la cocción al vacío es un auxiliar de laboratorio que debe ser tenido en cuenta y apreciado por los ceramistas.

(Publicado por R. C. Odontlgco. Córdoba, número 3, XXX, página 3, y Oddtría.)

BIBLIOGRAFIA

1. Vines, R. F., y Semmelmann, J. O.: «Densification of Dental Porcelain». *J. of Dental Research*, 36: 6: 1957.
2. Drum, W.: «Tratado de Cerámica Odontológica». Ed. PUBUL, Barcelona, 1955.
3. Hodson, J.: «Phase Composition of Crown and Inlays Porcelains». *J. D. Res.*, 38: 483: 1959.
4. Overdiek, J. F.: «Der Vakuumbrand und seine Auswirkung auf die Struktur des Brenngutes». *Z. Praxis*, 9: 3: 1958.
5. Lacour, A.: «Etude Expérimentale de la Porcelaine cuite sous-vide». *SMFZ/RMSO*, 70: 3: 1960.

«Cuerpos extraños en el tracto intestinal a través de la pared intestinal. Un caso de un cepillo de dientes».

Informe relativo a un paciente esquizofrénico de veintinueve años que unas semanas antes de su ingreso en el hospital se había tragado un par de cepillos de dientes y un peine de bolsillo. En las cubiertas abdominales, inmediatamente por debajo del ombligo, apareció un abceso; al procederse a su incisión pudieron sacarle, además de gran cantidad de pus, ambos cepillos de dientes. La fístula intestinal cerró espontáneamente con la aplicación de apósitos húmedos. El paciente se restableció completamente. R. Torres (Surgery, 55, 514, 1964). B. M.Int., 20.108.