

Capítulo 9

COLOCACION DE PIVOTES EN IMPLANTES POROSOS

El uso de implantes porosos integrados ha permitido mejorar la movilidad de la prótesis ocular externa, especialmente mediante la utilización de mecanismos que permitan un mejor acoplamiento (figura 9-1A). Uno de los sistemas de movilidad más extendido durante la última década ha sido el de los pivotes. El concepto es acoplar la prótesis externa al implante a través de un pivote para transmitir directamente el movimiento del primero a la prótesis (figura 9-1b). El implante se perfora habitualmente en un segundo acto quirúrgico para colocar el pivote en un momento en que éste se halle completamente fibrovascularizado. La cara posterior de la prótesis externa es modificada para que pueda alojar la cabeza del pivote (figura 9-1c). Una ventaja adicional al aumento de movilidad es que el propio pivote soporta parte del peso de la prótesis y la presión sobre el fondo de saco conjuntival inferior se reduce.

La colocación de pivotes no es obligatoria ni imprescindible y se aconseja cuando la motilidad del implante es buena, los fondos de saco tienen una buena profundidad y el movimiento no está siendo bien transmitido a la prótesis externa o bien el paciente lo considera insuficiente. Las complicaciones relacionadas con estos sistemas se sitúan alrededor de un 40% de los pacientes si bien la mayoría no requieren reintervenciones.

A continuación se describen los diversos sistemas de pivotaje, las modificaciones que han sufrido y las complicaciones que presentan.

• **Sistemas de pivotaje en los implantes de hidroxiapatita**

La implante de hidroxiapatita (HA) coralina fue el primero en recibir un sistema de pivotaje, también desarrollado por el propio Perry¹; se perforó la HA y se le introdujo un vástago. Actualmente no existe un protocolo definido y la colocación o no de pivotes depende del criterio del cirujano y de las necesidades del paciente. En un estudio de Shields y colaboradores² en 1994 sobre 250 pacientes con implantes de hidroxiapatita sólo el 12% recibieron un sistema de pivotaje, el 43% estaban satisfechos con la movilidad de su prótesis sin ningún pivote, y el resto tenían otros motivos por los cuales no colocar un pivote tales como una edad menor de 6 años, la colocación del implante desde hacía menos de 6 meses, etc.

La colocación del pivote se considera segura cuando el implante está completamente vascularizado para lo cual precisa habitualmente un tiempo mínimo de seis meses. La cantidad de vascularización puede valorarse mediante estudios de imagen como la resonancia magnética con gadolínio o el tecnecio^{99m}³. Cuando el tejido fibrovascular ocupa al menos el 75% del diámetro del implante en el ecuador se considera que la fibrovascularización es suficiente y puede practicarse la perforación⁴. Los implantes de pacientes enucleados tardan alrededor de 6 meses en vascularizarse cuando se introdujeron envueltos en esclerótica aunque la velocidad de vascularización podría ser más rápida si se dejan grandes zonas del implante sin recubrir o realizando unas pequeñas túneles de 1mm de diámetro de la periferia al centro de la esfera; según Dutton con dichas perforaciones la vascularización central podría llegarse a conseguir en 2-3 meses⁵. Edelstein y colaboradores⁴ encontraron a los seis meses de la implantación de esferas de HA un 50% de vascularización total y un 50% de parcial.

En la idea inicial de Perry al realizar una perforación en la esfera de HA debidamente fibrovascularizada la conjuntiva crecía hacia el interior del agujero tapizando sus paredes. Entonces se podría colocar un vástago en el agujero quedando éste por fuera de la conjuntiva, no habiendo ninguna abertura al exterior, salvando así el problema que hizo fracasar los implantes expuestos integrados 40 años atrás.

Evolución de los pivotes

Los primeros pivotes que se colocaron en los implantes de hidroxapatita eran de metilmetacrilato y otros materiales policarbonatados a alta temperatura. El primer pivote fue ideado por Perry en 1986, era un vástago sin cabeza, dificultoso de manipular y extraer, la conjuntiva podía crecer fácilmente por encima y causaba bastantes molestias al paciente. Este sistema de pivotaje no se llegó nunca a extender puesto que fue anterior a la aprobación por la FDA del uso de las esferas de HA como implante orbitario.

Para solucionar el problema se optó por dos caminos, uno fue el de fabricar una prótesis con una prolongación en su cara posterior para que se introdujera en el agujero del implante (figura 9-2). Pero este método hubo que abandonarlo porque era extremadamente complejo para el ocularista conseguir tal exactitud.

El otro camino fue la utilización de un vástago con cabeza que sobresalía por delante de la conjuntiva una vez introducido en el agujero del implante (figura 9-3). Al contrario que en la opción anterior, este pivote no estaba fijo en la prótesis externa sino que encajaba en una indentación que se hacía en su cara posterior. Por lo tanto, el sistema de pivotaje se formaba de tres piezas: implante, vástago con cabeza y prótesis. El modelo estándar de pivote es un vástago con una cabeza prácticamente hemisférica de 4.8mm de ancho por algo más de 3mm de altura y un cuerpo de 2.6mm de diámetro por 9.5mm de longitud. Los problemas principales fueron la extrusión del pivote por el crecimiento de tejido de granulación en el fondo del agujero del implante y la fractura de la HA en los márgenes anteriores del agujero por la presión que recibía por parte del pivote durante los movimientos de la prótesis.

En 1990 se ideó un sistema de pivotaje enroscado para poder recolocar un pivote en caso de caída del anterior o fractura del agujero (figura 9-4)⁶. Este pivote permite una fijación más segura del pivote al implante, en este sistema después de perforar el implante se enrosca un tornillo hueco y se coloca un vástago en su interior (figura 9-5). A parte de una mayor fijación implante-pivote-prótesis se proporciona una barrera mecánica para el crecimiento del tejido de granulación en el vestíbulo del agujero. Las partes que componen el pivote son dos en vez de una: el vástago con cabeza y un tornillo hueco. El pivote, más pequeño que el pivote inicial, tiene una cabeza de 2 o 4mm de altura y un cuerpo de 1.7mm de diámetro por 7mm de longitud. El tornillo es un cilindro con rosca en su cara externa y hueco por dentro, con un diámetro externo de 3.8mm por 12mm de longitud; el espacio interior que aloja el vástago tiene 1.8mm de diámetro por 8mm de profundidad⁴. Este sistema de pivotaje se diferencia conceptualmente del anterior porque atraviesa la conjuntiva por lo que no está exento de problemas de reacción conjuntival en este punto. Al ser más estables, muchos especialistas han pasado a usar este sistema para la colocación en primera instancia de pivotes sobre implantes de HA.

Recientemente, Jordan y colaboradores⁷ han presentado los resultados obtenidos con una variante del pivote con rosca fabricado por FCI y que consiste en un tornillo de HA, también hueco, y un vástago con cabeza de titanio (figura 9-6 y 7). El concepto es exactamente el mismo que el de la anterior generación, pero actualiza los materiales bajo las siguientes premisas:

- El polimetilmetacrilato (PMMA) y los policarbonatos son materiales biotolerados, por lo tanto inducen una respuesta inflamatoria en la interfase con los tejidos biológicos que acaba formando una pequeña capa fibrosa. El titanio, en cambio, es un material bioinerte, ampliamente utilizado por prótesis en traumatología y odontología, el cual no induce ninguna reacción química en los tejidos biológicos con los que tiene contacto, esto se traduciría en una falta de formación de tejido fibroso en la interfase titanio-tejido biológico. Otras cualidades de este metal son la alta resistencia a la corrosión, la ligereza, la dureza y la poca elasticidad, que lo hacen muy útil para las prótesis óseas.
- La hidroxiapatita es un material bioactivo, biocompatible y de composición similar al hueso, sus grandes poros permiten el crecimiento de tejido fibrovascular en su interior, y por su bioactividad estimula el crecimiento de tejido uniendo el implante a los tejidos circundantes y disminuyendo el riesgo de migración.

El complejo HA-titanio transforma el sistema en bioinerte-bioactivo, los fibroblastos crecen en el tornillo de HA y se adhieren al titanio aumentando la fuerza de adhesión de 5 a 8 veces respecto los casos de hidroxiapatita sola⁷. Más adelante se discutirá en que se traduce clínicamente este concepto.

Una tercera forma de pivotaje con rosca es otra propuesta de BioEye en la que tanto el tornillo como el vástago son de titanio (figura 9-8). No existe literatura sobre este sistema.

Técnica quirúrgica

La colocación de los dos tipos básicos de pivotaje tiene sus variantes^{1 2 4 5 7} **¡Error! Marcador no definido.**⁸ aunque en esencia son tal como sigue. Se esperan como mínimo seis meses desde la colocación del implante y se comprueba que la vascularización es suficiente. El procedimiento se realiza bajo anestesia retrobulbar o con anestesia tópica y subconjuntival. El centro geométrico del implante se marca con rotulador, se puede buscar con el paciente sentado mirando en PPM marcando directamente la conjuntiva o bien se puede hacer a través de una plantilla de la prótesis externa con un agujero en el área de la pupila que permite pintar la conjuntiva a través de éste. Se cauteriza la conjuntiva y la cápsula de Tenon en el punto marcado y se disecciona la esclerótica hasta visualizar el implante. Se fija el implante para asegurar un agujero centrado y perpendicular a la superficie, se aconseja utilizar unas pinzas o bien un anillo de fijación de Thornton para mantener estable el implante (figura 9-9). Primero se realiza un agujero piloto con una aguja de 25-gauge y una de 18-gauge y luego se procede al taladrado. Las esferas de HA sintética de FCI pueden perforarse con un taladro manual (figura 9-10) al ser más blandas mientras que en la HA coralina es preferible la utilización de un micromotor (figura 9-11). El hueco del implante debe tener 3mm de diámetro, si pensamos utilizar un vástago simple o bien de 3.2 a 3.8mm si el pivote será con rosca. La profundidad mínima debe ser de 10mm, y se puede llegar hasta a 13mm.

Cuando se utiliza un sistema de pivote con rosca, sea de titanio o policarbonado, se introduce el tornillo hueco en la perforación practicada en el implante y posteriormente se coloca en su interior un vástago de cabeza plana. En los pivotes simples se irriga el agujero con suero, se deposita pomada antibiótica en el hueco y se coloca directamente el vástago plano provisional de 2.5mm de diámetro y de 10mm de profundidad. A las tres semanas o cuatro semanas se cambia el pivote provisional plano por uno de 13mm de longitud y de cabeza hemisférica que sobresale de la conjuntiva (figura 9-12). El

ocularista fabricará una prótesis con una pequeña cavidad en la parte posterior para alojar la cabeza del vástago.

Complicaciones

La complicación principal de los sistemas de pivotaje continúa estando relacionada con el riesgo de exposición. Aproximadamente un 40% de los pacientes tienen problemas relacionados con el pivote, y en un 11% presentan más de un problema. En más del 50 % de los pacientes con pivote simple se puede observar en la lámpara de hendidura espículas de HA en las paredes del agujero del implante, aunque muchos no producen ningún tipo de molestia ni sea contabilizado el problema como una complicación (figura 9-13). Ashworth y colaboradores **¡Error! Marcador no definido.** presentaron una serie de 41 pacientes encontrando 3 extrusiones del pivote (la complicación más frecuente) aunque no diferenciaba entre los pivotes simples o con tornillo, otros 3 pacientes presentaban una mala posición del pivote y un caso edema crónico.

Jordan y colaboradores⁸ publicaron en 1999 un excelente estudio retrospectivo de 165 pacientes con implantes de HA y pivotes (tabla 9-1). El 37.5 % de los pacientes presentaron algún problema relacionado con los pivotes y en un 33.8% de los mismos tenían más de uno. La complicación más frecuente descrita es el exceso de secreción. La secreción aparece en los pacientes con implantes no pivotados debido a una reacción a cuerpo extraño, por lo tanto se considera debida al pivotaje cuando aparece después de la colocación del pivote o bien aumenta en comparación a la secreción producida por el implante. Afectó a 23 pacientes de los 62 con algún tipo de problema, y aproximadamente un 20% de estos casos presentaban cultivos positivos (*Estafilococo epidermidis*, *Estafilococo aureus* y *estafilococo penumoniae*) y una secreción descrita como grave.

La segunda complicación en frecuencia fue el granuloma biogénico (figura 9-14), que puede aparecer en la base de la perforación, sólo en el vástago simple, o en el margen conjuntiva-pivote-implante, que puede producirse en los dos tipos de pivotes. La extrusión del pivote fue la tercera complicación en frecuencia, sobre todo en los portadores de vástagos simples (figura 9-15) (tabla 9-2).

Otras complicaciones descritas son el movimiento insuficiente de la prótesis externa, que suele ser debida a la salida de la cabeza del pivote de su encaje en la cara posterior de la prótesis, el problema se resuelve con una cabeza de pivote más pequeña que se adapte mejor a la cavidad. El chasquido al movimiento ocular es debido al choque de la cabeza del pivote con la prótesis externa por un mal ajuste o bien por la creación de una cámara de aire detrás de la prótesis con el movimiento. En algunos casos el chasquido disminuye ajustando bien la prótesis. Los pivotes angulados se observaron en 3 pacientes y en 2 de ellos se tubo que recolocar el pivote taladrando de nuevo el implante. También se encontró que la rosca del tornillo era visible en 3 pacientes no teniendo evidencias de que este defecto de continuidad de la conjuntiva sea una puerta de entrada para las infecciones. El crecimiento de la conjuntiva por encima de la cabeza del pivote se observó en 3 pacientes más. La HA se visualizaba en 2 pacientes (figura 9-16) y en otros dos el pivote presentaba un exceso de movimiento debido a un mayor tamaño del agujero que el diámetro del pivote (tabla 9-1).

Edelstein y colaboradores⁴ en un estudio retrospectivo de 47 casos encontró un 26% de extrusiones del pivote, considerando como tales cuando hubo una dislocación completa de pivotes simples o bien, en el caso de pivote con tornillo, se produce la extrusión del tornillo del agujero en el implante. La principal causa de extrusión es la presencia de granuloma piógeno en el vestíbulo del agujero que produce una fuerza mecánica sobre el pivote. Las células inflamatorias liberan factores vasoproliferativos que contribuyen

directamente a la formación del granuloma. Un 6% de los pacientes presentaban conjuntivitis inespecífica, un 4% dolor transitorio y otro 4% edema transitorio. No existían cultivos positivos. Los casos de edema y dolor transitorio fueron más frecuentes en los pivotes con tornillo siendo aconsejable el uso de corticoides endovenosos peroperatorios y mantenerlos tópicos durante 4-6 semanas. La extrusión del pivote se produjo en una media de 16 meses, todos eran pivotes simples y representaban el 32% de los colocados. El pivotaje se había realizado a los seis meses de media mientras que en los no extruidos a los 8 meses. En el estudio se concluye que no tienen relación con la extrusión la edad del paciente, la causa de enucleación, la vascularización del implante demostrada con RMN, la radioterapia previa o la presencia de conjuntivitis papilar (tabla 9-3). La extrusión se presentaba sin dolor ni sangrado y de manera aguda o progresiva, durante semanas, casi en la misma proporción. La actitud seguida con estos pacientes fue la observación en cerca de la mitad de los casos, la sustitución del pivote por otro con rosca en un 48% o bien la recolocación de un pivote de las mismas características en el 8% de los pacientes. Ninguno de los pivotes implantados secundariamente se expuso. Al igual que Jordan concluye que el chasquido, audible en las posiciones extremas de la mirada, es producido por el mayor desplazamiento del pivote respecto de la prótesis externa. Puede aparecer en cualquiera de los dos sistemas de pivotaje⁴ y la solución que aconsejada es cambiar a un vástago con cabeza de 2mm encastado en tornillo, los cuales disminuyen la probabilidad de pérdida de contacto pivote-prótesis en las ducciones y, por lo tanto, el chasquido. Además estos pivotes presentan habitualmente mejor movilidad que los pivotes con cabeza de 4mm.

Las complicaciones de los pivotes de HA-titanio descritas por Jordan y colaboradores⁷ en una serie de 54 pacientes fueron comunes a las de los pivotes de policarbonato, si bien las observó una reducción en las más frecuentes (tabla 9-2). El 14,8% de los pacientes presentaron granulomas piogénicos, esta incidencia es menor a la de los pivotes con tornillo de policarbonato, por lo tanto como el diseño es idéntico la diferencia se encuentra en el material, el complejo HA-titanio, bioactivo-bioinerte, es la causa de la disminución de la incidencia de granulomas. El hecho de que no sean totalmente eliminados implica la contribución de otros mecanismos fisiopatológicos en la formación aparte del material del pivote. Se considera que en la fisiopatología del granuloma participa la irritación mecánica en la interfase conjuntiva-pivote-implante producida por el movimiento continuo del pivote (microtrauma). El tratamiento de estos casos es la escisión directa seguida de cauterización o ablación con láser, en los casos en que existió recurrencia se utilizó también la mitomicina C.

El 9.2% de los pacientes presentan secreción, en la mayoría de los casos la secreción era poco molesta y controlable con colirio de dexametasona y antibiótico tipo tobramicina. Se considera la irritación conjuntival secundaria al continuo movimiento de la prótesis externa como causa de esta secreción. Sólo un 1.8% de los pacientes presentaba secreción abundante y molesta, constatándose conjuntivitis papilar gigante. La poca transmisión de movimiento también mejora con los pivotes de titanio, que presentan una cabeza más pequeña, y por lo tanto un mayor acoplamiento con la prótesis, así como el clic en las miradas extremas. En los casos en que apareció el chasquido se corrigió ajustando mejor la prótesis al pivote.

Las complicaciones restantes, como la rosca visible, la angulación del tornillo, el cierre del agujero del vástago, la hidroxapatita visible alrededor del vástago de titanio son problemas que se presentan con la misma incidencia que en los pivotes con tornillo de policarbonato, por lo tanto no dependen del tipo de material.

- **El pivote de los implantes de polietileno poroso**

Hasta hace unos años únicamente existían sistemas de pivotaje en los implantes de HA, con complicaciones relativamente frecuentes y con la colocación del pivote, aunque sencilla, en una segunda intervención. El polietileno poroso (PEP) nace como una alternativa y sus principales argumentos son: no necesita el uso de un micromotor para penetrar en él, no se fragmenta al perforarlo o durante la colocación del vástago o tornillo y permite suturar en su superficie, características que hacen aparentemente más sencilla la colocación de un sistema de pivotaje.

Tornillo de titanio

Como hemos mencionado en los pivotes de HA el titanio es un material que presenta una biotolerancia excelente. La característica diferencial respecto a los pivotes de titanio para los implantes de HA es que aquí se trata de un único tornillo en vez del conjunto tornillo hueco y vástago con cabeza. El tornillo con cabeza se enrosca directamente en el implante de PEP sin necesidad de una perforación previa (figura 9-17).

Existen tres generaciones de pivotes de titanio en implantes de polietileno: los de primera generación presentan una cabeza estándar semicircular de 2.5mm de altura, un diámetro de 4.5mm, una longitud de 6mm y un diámetro de 2,5mm. Los de segunda generación presentan una cabeza de 4, 5 o 6 mm con un diámetro de 2.5mm. El último diseño presenta un cuello biselado que permite modificar la altura de la cabeza dejándola entre 3 y 5mm (figura 9-18)⁹.

Técnica quirúrgica

Los estudios publicados sobre pivotes en el PEP son habitualmente en conejos. La colocación del pivote se puede realizar de dos maneras: en una 2ª intervención al igual que en la HA o en el mismo momento en que se introduce el implante. Puesto que en el PEP el pivotaje no es tan dependiente de la vascularización al ir directamente enroscaado en el material cuando se coloca de forma diferida suelen esperarse solamente unas 8 semanas. Rubin y colaboradores comprobaron en el polietileno sin pivote el crecimiento de tejido fibrovacular siendo del 51% a las 6 semanas y de casi el 100% a las 12 semanas¹⁰.

Para su colocación es muy importante fijar el implante con unas pinzas con cuatro dientes que permita una buena inmovilización y evite la rotación durante el atornillado. Se empieza cauterizando la conjuntiva y la esclerótica hasta que se expone el implante vascularizado realizando un agujero en los tejidos blandos de unos 5mm de diámetro. Luego se procede a practicar una pequeña perforación con una broca de 1.5mm para facilitar el enroscaado del tornillo puesto que para hacerlo directamente hay que hacer mucha fuerza y es dificultoso (figura 9-19). La cabeza del pivote es recubierta por la conjuntiva y cápsula de Tenon o se deja expuesta; en el primero de los casos se deja que las mismas fuerzas de fricción acaben por cizallar la conjuntiva y expongan la cabeza del tornillo.

Complicaciones

Choi y colaboradores⁹ publicaron en 1999, un estudio realizado en conejos con unos resultados muy alentadores. Los pivotes de primera generación tenían el problema de que en la segunda semana se observaba la formación de una pseudocápsula fibrosa que envolvía la cabeza del pivote y se producía un secuestro de tejido necrótico entre la cápsula fibrosa y la cabeza del pivote. Este problema se subsanó con los pivote de

segunda y tercera generación, que tienen una cabeza más larga, al menos de 4mm. Esta nueva cabeza continúa expuesta indefinidamente con una interfase conjuntiva-titanio poco conflictiva. Durante la primera semana de la colocación del pivote se produce una respuesta inflamatoria aguda que consiste en quemosis conjuntival y la secreción mucosa que normalmente desaparece en la 2ª semana. En la fase crónica, más allá de las cuatro semanas, no se evidenció formación de granulomas, conjuntivitis crónicas o exceso de secreción mucoide. Si bien no existe ración a cuerpo extraño en el titanio si puede haberla en algunas zonas de conjuntiva en contacto con el PEP de alrededor. Tampoco observaron exposición o fractura del implante ni dislocación del pivote. El ser este estudio en el animal de experimentación no se obtuvo información sobre el comportamiento de este pivote con la prótesis ocular externa.

Nueva técnica quirúrgica: implante y pivote en un solo tiempo.

Con el fin de evitar una segunda intervención, Hsu y sus colaboradores¹¹ propusieron en 2000 la inserción del pivote en el mismo acto quirúrgico de la colocación de la esfera de PEP. El estudio lo realizaron también sobre conejos enucleados. El agujero en el implante fue de 6mm de profundidad por un diámetro de 1.2mm y el tornillo enroscado tenía una cabeza de 2 o 4 mm de altura. En 8 conejos la cabeza se recubrió con cápsula de Tenon y conjuntiva mientras que en 4 se dejó por delante de la conjuntiva. En las cabezas enterradas de 4mm la conjuntiva estaba más adelgazada que en las de 2mm y se produjo una exposición espontánea dentro de los primeros 3 meses. Cuando la cabeza se dejó expuesta desde el principio las células procedentes de la conjuntiva se engancharon al tornillo de titanio formando una barrera en dicha interfase (figura 9-20). Los tornillos fueron bien tolerados no habiendo casos de infección, extrusión ni migración.

Rubin y colaboradores¹⁰ presentaron en el mismo año la colocación de un sistema de pivotaje en un implante cónico de PEP durante el mismo acto quirúrgico en pacientes enucleados. La incisión conjuntival se cerraba más arriba para que no quedara justo encima de la cabeza del pivote y evitar al máximo las fricciones. La altura de la cabeza varó entre 2 y 4mm. La exposición espontánea de la cabeza del pivote fue lógicamente más frecuente en los casos con 4mm de altura. Rubin constató aproximadamente un 30% de exposiciones espontáneas entre el primer y el cuarto mes. Cuando no hubo exposición espontánea se realizó la cauterización de la conjuntiva por encima del pivote a partir de las 8 semanas. En todos los casos la prótesis externa se colocó a las 2 semanas de la exposición.

No se presentaron complicaciones mayores como infecciones, dehiscencias, mal posiciones o extrusiones de los pivotes. Las complicaciones observadas fueron un crecimiento de conjuntiva por encima de la cabeza del pivote, y dos casos de granuloma piogénico en la interfase conjuntiva-pivote-implante que coincidieron con un aumento de secreción (tabla 9-4). En el caso en que la conjuntiva recreció por encima del pivote, se solucionó desenroscando el tornillo media vuelta (una vuelta correspondería a 0.75mm).

Todavía no se conocen las complicaciones que tienen a largo plazo los pivotes de titanio sobre implantes de PEP y, por lo tanto, se desconoce si son superiores en seguridad a los sistemas de pivotaje desarrollados para la HA. Por el momento, la ventaja de que se puedan colocar junto con el implante es una ventaja que sólo será real si se demuestra igualdad o reducción en las complicaciones.

¹ Perry AC. Advances in enucleation. *Adv Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1991;4:173-82.

-
- ² Shields DL, Shields JA, De Potter P y col. Problems with hydroxyapatite orbital implant: experience with 250 consecutive cases. *Br J Ophthalmol* 1994;78:702-6.
- ³ De Potter P, Shields CS, Shields JA y col. Role of magnetic resonance imaging in the evaluation of the hydroxyapatite orbital implant. *Ophthalmology* 1992;99:824-30.
- ⁴ Edelstein C, Shields CL, De Potter P y col. Complications of motility peg placement for the hydroxyapatite orbital implant. *Ophthalmology* 1997;104:1616-21.
- ⁵ Dutton JJ. Coralline hydroxyapatite as an ocular implant. *Ophthalmology* 1991;98:370-7.
- ⁶ Kolberg GI. The hydroxyapatite implant. A historical perspective. *J Ophthal Prost* 1996;1:29-36.
- ⁷ Jordan DR, Klapper SR. A new titanium peg system for hydroxyapatite orbital implants. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2000;5:380-7.
- ⁸ Jordan DR, Chan S, Mawn L y col. Complications associated with pegging hydroxyapatite orbital implants. *Ophthalmology* 1999;106:505-12.
- ⁹ Choi JC, Iwamoto MA, Bstandig S y col. Medpor motility coupling post: a rabbit model. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1999;15:190-201.
- ¹⁰ Rubin PA, Fay AM, Remulla HD. Primary placement of a motility coupling post in porous polyethylene orbital implants. *Arch Ophthalmol* 2000;118:826-32.
- ¹¹ Hsu WC, Green JP, Spilker MH y col. Primary placement of a titanium motility post in a porous polyethylene orbital implant. Animal model with quantitative assessment of fibrovascular ingrowth and vascular density. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2000;16:370-9.

9-1 (A) Movilidad en las 4 posiciones de una prótesis pivotada. (B) Pivote original de PMMA sobre un implante de hidroxiapatita. (C) Cavidad en la parte posterior de la prótesis para albergar la cabeza del pivote.



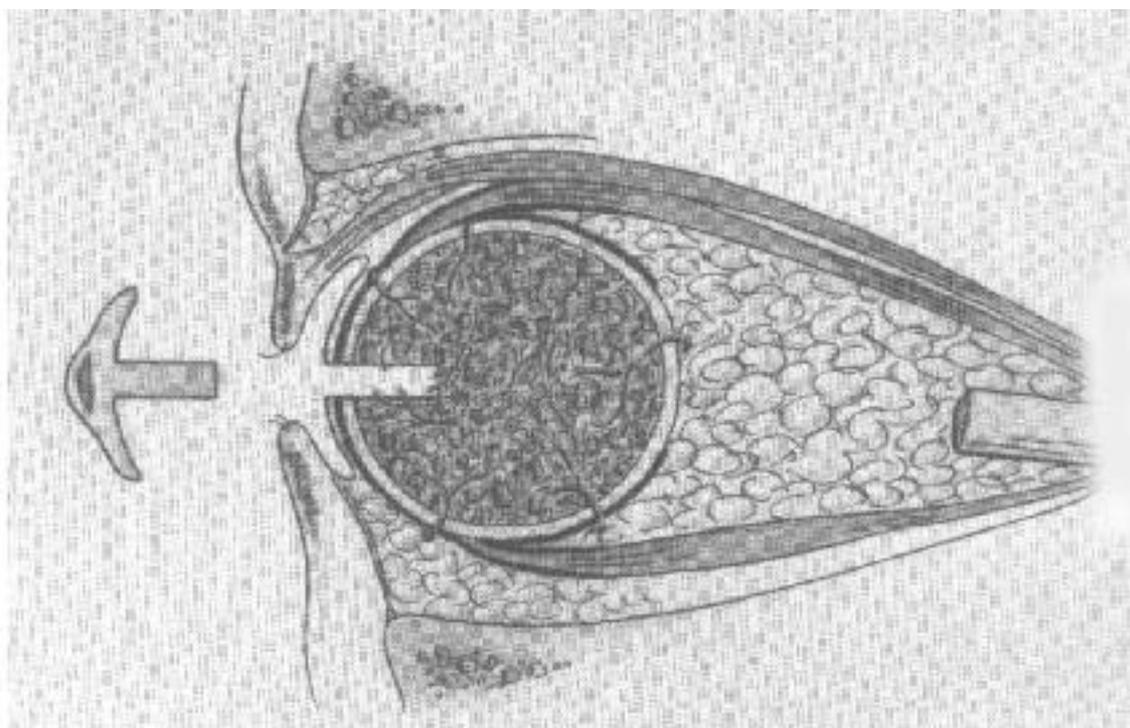
9-1 (A) Movilidad en las 4 posiciones de una prótesis pivotada. (B) Pivote original de PMMA sobre un implante de hidroxiapatita. (C) Cavidad en la parte posterior de la prótesis para albergar la cabeza del pivote.



9-1 (A) Movilidad en las 4 posiciones de una prótesis pivotada. (B) Pivote original de PMMA sobre un implante de hidroxiapatita. (C) Cavidad en la parte posterior de la prótesis para albergar la cabeza del pivote.



9-2 Prótesis con prolongación posterior para encajar con la perforación de un implante de hidroxiapatita.



9-3 (A) Juego de vástagos en policarbonato (blanco) y PMMA (transparente). (B) Vástago de polocarbonato encajado en el orificio del implante.



9-3 (A) Juego de vástagos en policarbonato (blanco) y PMMA (transparente). (B) Vástago de polocarbonato encajado en el orificio del implante.



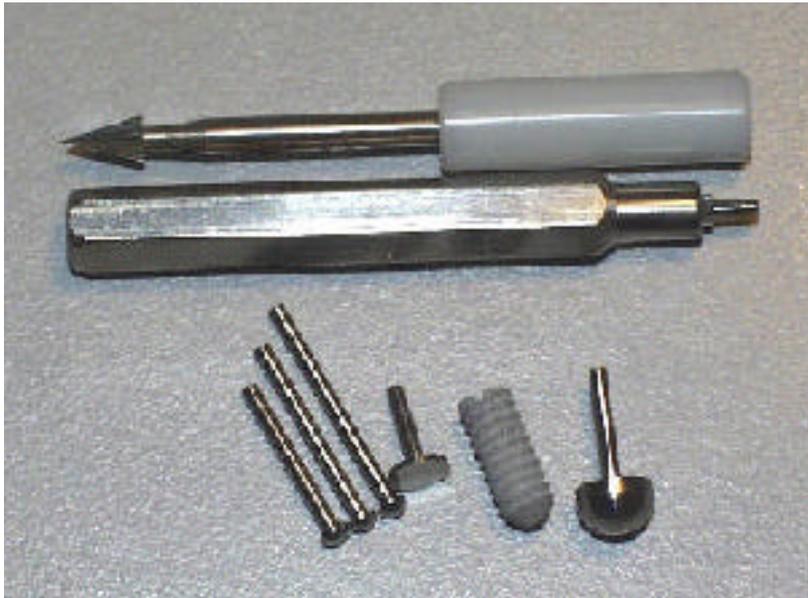
9-4 Juego de pivotes de policarbonato para una adaptación por el método de tornillo hueco y vástago.



9-5 Tornillo hueco (izquierda), tornillo con vástago de cabeza plana (centro) y con vástago de cabeza hemisférica (derecha), todo en policarbonato.



9-6 Tornillo hueco de hidroxiapatita (izquierda), tornillo con vástago de titanio de cabeza plana (centro) y con vástago de cabeza hemisférica (derecha) (sistema FCI).



9-7 Tornillo de hidroxiapatita con sus vástagos de titanio, uno de cabeza plana y otro hemisférica.



9-8 Juego de pivotes de titanio de BioEye.

