

# Hastes ortopédicas, das adaptadas na FCM às concebidas na FEM

## Garantindo a firmeza e o crescimento de ossos

## Protótipo 100% nacional. E biocompatível

CARMO GALLO NETTO  
carmo@reitoria.unicamp.br

Em medicina, o termo osteogênese refere-se à formação e ao desenvolvimento do tecido ósseo. A expressão osteogênese imperfeita designa apropriadamente imperfeições verificadas na formação óssea. Nomeia uma doença congênita, que, embora inata, pode ter caráter hereditário ou não e que resulta de deficiência metabólica que leva à má formação ou deficiência do colágeno tipo 1, responsável pela resistência óssea.

Os indivíduos cujos organismos não conseguem produzir adequadamente esse tipo de colágeno, ou seja, o fazem defeituoso ou em quantidade não suficiente, sofrem deformações ósseas principalmente nos membros inferiores, que sustentam o corpo. O colágeno, proteína mais abundante do organismo humano, é essencial para a formação do esqueleto. Ela tem o mesmo papel da ferragem em uma construção. Imagine-se um prédio com uma estrutura de concreto sem ferro, ou com ferro fino ou defeituoso. Quebra pela ação do próprio peso. Esse é o problema dos portadores da osteogênese imperfeita. Seus ossos, desprovidos de uma estrutura de sustentação mais sólida, entortam e depois quebram.

O médico William Dias Belangero, do Departamento de Ortopedia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Unicamp, introduziu inovações em hastas metálicas, extensíveis e de colocação intramedular que garantem a firmeza dos ossos e possibilitam o seu crescimento, minimizando significativamente problemas que as antigas hastas criadas na década de 50 causavam aos pacientes e que, por isso, tiveram seu uso proibido.

O professor explica que a osteogênese imperfeita é uma doença sistêmica e que, portanto, envolve todos os ossos do organismo. Claro que aqueles submetidos a maior esforço são mais afetados e, por isso, os ossos dos membros inferiores sofrem mais do que os dos membros superiores.

Por outro lado, possuindo menos resistência, os ossos vão se deformando em parte pela ação dos músculos, pois a própria contração muscular os deforma porque durante o crescimento os ossos têm a função de esticar a pele, os músculos e os tendões para que cresçam juntos. Como o osso doente não tem a resistência necessária, os músculos e os tendões acabam por vezes deformando-o. Na osteogênese imperfeita, diz o médico, existem deformações bem clássicas decorrentes da ação apenas dos músculos.

A osteogênese imperfeita é classificada em tipos. Em um dos casos graves, lembra Belangero, as crianças ficam mais baixas e apresentam deformidades de face, de tronco, de membros e, apesar disso, exibem um coeficiente de inteligência muito bom. "Deve ser feito o máximo possível para tratá-las, pois essas deformações vão se agravando à medida que a criança cresce", afirma.

### O tratamento

Belangero esclarece que hoje existem duas linhas de tratamento para controlar a doença. A medicamentosa utiliza os chamados bifosfonados, principalmente o pamidronato, ministrado por via endovenosa, que reduz a dor, o número de fraturas e aumenta a resistência óssea, o que leva a criança a um desenvolvimento muito maior do que tinha antes. O tratamento com medicamento ameniza o sofrimento do paciente muito pequeno, quando não há ainda condições de realizar a cirurgia, porque existe um limite mínimo a ser observado no seu desenvolvimento para colocação da haste dentro do osso, que constitui a segunda alternativa.

Ele constata que a partir do mo-



O médico William Dias Belangero mostra haste (abaixo) usada nos procedimentos cirúrgicos; resultados revelam grande sobrevida de implantes

mento que se torna possível a utilização da haste é conveniente implantá-la porque as deformidades indicam encurvamento dos ossos e, à medida que a criança se movimenta, a tendência do encurvamento é aumentar progressivamente, tornando-os mais suscetíveis à fratura. Nesse caso se recorre ao procedimento cirúrgico e à fixação das hastas telescópicas para que o paciente tenha uma vida mais próxima da normalidade.

### Os progressos

Estimulado pelo professor Gotfried Koberle, William Dias Belangero começou a trabalhar com implantação de hastas telescópicas no enfrentamento da osteogênese imperfeita na década de 80, época em que a Faculdade de Ciências Médicas funcionava ainda na Santa Casa de Misericórdia de Campinas. Ele conta que o professor começou a tratar as crianças utilizando a técnica de Bailey Dubow, pioneiros no invento e utilização das hastas telescópicas extensíveis, em meados da década de 50. A haste era constituída de duas partes que deslizam uma dentro da outra, a exemplo do êmbolo em uma seringa, por isso extensíveis, e afixadas por parafusos pelas extremidades que a prendiam na parte superior e inferior do osso, caso do fêmur, por exemplo.

À medida que o osso crescia, a haste desteleoscopava, ou seja, corria no canal. Mas passou-se a observar em um número grande de casos que o crescimento do osso levava a haste a se desprender de um dos pontos de fixação e a migrar, deslizar, para dentro dele e com isso não ocorria a proteção quanto às deformidades ou fraturas. Nesses casos, havia inclusive o perigo de lesão na placa de crescimento do osso, o que o levaria a parar de crescer. Como as complicações relatadas chegavam a 60% dos casos, o modelo não foi mais utilizado.

Foi aí que ele teve a ideia de introduzir nas hastas ganchos nas duas extremidades, substituindo os parafusos de fixação. Apesar de simples, esta modificação mudou completamente a história da sua utilização, porque, diz



ele, "agora, ao colocar as hastas, os ganchos das extremidades são ancorados sobre as cartilagens articulares que apresentam maior resistência que o próprio osso, impedindo a migração da haste para o interior dele". O implante se fixa nas epífises dos ossos, ou seja, nas extremidades dos ossos longos, fundamentalmente fêmur e tíbia. Ele já utilizou o procedimento no úmero, que é o osso do braço, embora os ossos dos membros superiores

não sejam os mais afetados, pois não suportam peso.

Belangero foi o pioneiro na utilização de ganchos, pois as modificações anteriormente introduzidas por outros grupos do exterior utilizaram ainda modificações no sistema de parafusos. As inovações introduzidas por ele, em 1990, estão completando 19 anos. Em 1999 ele fez a primeira reavaliação dos seus pacientes e em 2004 fez nova avaliação completa de todos eles, do

que se originou a publicação de 2006 em que trata do "Desempenho da Hí-mex - haste intramedular extensível ancorada por ganchos na osteogênese imperfeita", estudo apresentado na FCM da Unicamp como parte das exigências para obtenção do título de professor livre-docente. O trabalho que vem desenvolvendo tem sido apresentado em eventos nacionais e internacionais e recentemente foi encaminhado para publicação em revistas nacional e internacional, pois acredita que tenha se cumprido o tempo de acompanhamento que um trabalho desse tipo exige.

"Hoje não tenho nenhuma dúvida: estou completamente convencido de que a haste funciona. Claro que durante um certo período todos nos tínhamos incertezas, porque nos perguntávamos se uma modificação tão simples produziria os efeitos e resultados esperados. Hoje essas dúvidas se dissiparam", constata o professor, entusiasmado.

Os resultados obtidos por Belangero revelam uma grande sobrevida dos implantes, pois cerca de 80% deles não tinham sido retirados após 108 meses de acompanhamento, o que equivale a nove anos. A taxa de complicações ou migrações foi muito baixa, cerca respectivamente, de 18% e 12%, enquanto a literatura mostrava que na utilização da haste antiga as complicações chegavam a atingir 60% dos casos.

Embora tenha requerido patente ele não se interessa por ela, pois no seu entendimento o mais importante é que o implante funcione e revele-se mais eficiente dos que se dispõe ou se dispunham no mercado. Ele vê com certa tristeza e preocupação o fato de o implante não estar cadastrado no Sistema Único de Saúde (SUS), pois se isso ocorresse poderia ser utilizado amplamente pelos ortopedistas pediátricos, porque hoje a utilização não é generalizada e se dá apenas por ele e por alguns colegas com os quais mantém contato. Embora não saiba explicar o que impede que o SUS cadastre o implante, tem esperanças que isso não demore a ocorrer.

RAQUEL DO CARMO SANTOS  
kel@reitoria.unicamp.br

Já é realidade no país o desenvolvimento de hastas de prótese total de quadril fabricadas com ligas de titânio. O protótipo, 100% nacional, foi desenvolvido no Laboratório de Metalurgia Física e Solidificação da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) e apresenta vantagens em relação aos materiais tradicionalmente usados para essa aplicação. O uso desses dispositivos faz-se importante devido ao fato de aproximadamente 90% da população com idade superior aos 40 anos apresentar alguma degeneração articular, na qual muitas vezes é necessária intervenção cirúrgica — como, por exemplo, nos casos de artroplastia de quadril e joelho.

As cirurgias basicamente envolvem a substituição da articulação natural por próteses ortopédicas. O envelhecimento da população também é um dado concreto — segundo números publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 30% dos brasileiros terão mais de 60 anos ainda na metade deste século.

O protótipo produzido por pesquisadores da FEM é uma haste de prótese total de quadril e utiliza material constituído pelos elementos titânio, nióbio e estanho, ou seja, metais biocompatíveis e que não oferecem riscos à saúde humana. Na composição desse material é utilizado entre 25% e 35% de nióbio — o Brasil aparece como maior produtor mundial do metal. Neste aspecto reside a inovação do trabalho que tem como perspectiva primária baratear a produção da matéria-prima utilizada. "Estamos propondo tecnologias que reduzam os custos na obtenção da matéria-prima e no processo de fabricação, pois a expectativa é baixar o custo final dos implantes e oferecer algo acessível e de maior qualidade à população", destaca o engenheiro Éder Sócrates Najjar Lopes, autor do trabalho.

O engenheiro apresentou dissertação de mestrado que contém os resultados da produção, processamento e caracterização das amostras das ligas denominadas Ti-Nb-Sn — sigla dos elementos químicos utilizados. O pesquisador observa, porém, que seu trabalho só foi possível graças à expertise nesta área, desenvolvida ao longo dos últimos 15 anos pelo Laboratório de Metalurgia Física e Solidificação, coordenado pelo seu orientador, professor Rubens Caram Júnior. Outros estudos anteriores das pesquisadoras Giorgia Taiaçol Aleixo e Alessandra Cremasco também contribuíram para se chegar aos resultados atuais.

Os dispositivos, assim como as ligas biomédicas, estão em fase de validação para entrar no mercado. Segundo o pesquisador, poderão chegar com custo intermediário entre as hastas convencionalmente fabricadas em aço inoxidável — a prótese mais barata encontrada hoje no mercado — e as hastas fabricadas com ligas de titânio importado, de maior qualidade, porém nem sempre custeadas pelo Sistema Único de Saúde ou por planos de saúde particulares. Para isso, o engenheiro está iniciando um trabalho de pesquisa sobre o mercado consumidor de biomateriais metálicos.

As hastas produzidas no Laboratório da FEM oferecem maior segurança, pois são fabricadas com matéria-prima isenta de elementos tóxicos, diferentemente dos implantes produzidos com



O engenheiro Éder Sócrates Najjar Lopes, autor do trabalho: "Expectativa é baixar o custo final dos implantes e oferecer algo acessível e de maior qualidade"



Na sequência de fotos, o processo de produção das ligas de titânio e nióbio: usinagem da preforma (acima); dobramento a frio da preforma; conformação final da haste da prótese; e produto final

### Sobre o titânio

O elemento titânio é o quarto metal em abundância na crosta terrestre, porém em menor quantidade que o alumínio, ferro e magnésio. Sua produção é pequena pela especificidade no processo de redução

do minério até chegar ao elemento, pois não é encontrado na forma pura. Possui altíssima resistência mecânica e à corrosão. A resistência mecânica é semelhante ao aço, com aproximadamente metade do peso. Por isso, em tudo quanto

é necessária a redução de peso e maior resistência mecânica, ele pode ser aplicado com eficiência. É encontrado nas áreas aeroespaciais, de plataforma de petróleo, automotiva, esportiva, de vestuário e na medicina.

### Sobre o nióbio

As jazidas foram encontradas na cidade de Araxá, em Minas Gerais (MG), em meados da década de 1950. Não por acaso, o Estado de Minas Gerais possui a maior oferta, somando 90%

da produção brasileira, seguido do Estado de Goiás, com 10%. A segunda maior produtora é do Canadá que concentra 1,5%. O Brasil, maior produtor mundial, aparece com 98% no ranking.

os materiais convencionais, entre os quais o aço inoxidável grau cirúrgico, as ligas de cobalto, cromo e molibidênio (Co-Cr-Mo) e as próprias ligas de titânio, alumínio e vanádio ou Ti-6Al-4V. Estas últimas foram desenvolvidas na década de 50 para aplicações aeroespaciais e acabaram por ser "aproveitadas" na área médica devido às excelentes propriedades mecânicas e de resistência à corrosão.

Segundo Éder Lopes, alguns dos elementos que compõem essas ligas convencionais são naturalmente tóxicos. Para períodos de tempos maiores, pode ocorrer a liberação de partículas desses metais no corpo humano e, como consequência, a degeneração dos tecidos na região do implante. Ademais, vários estudos associam a presença desses metais com doenças respiratórias e Mal de Alzheimer. Por isso, em determinados casos, esses materiais convencionais satisfazem as necessidades de implantes de caráter transitório, ou seja, aqueles que serão removidos em curto e médio espaço de tempo.

"Neste tipo de implante, o uso do aço é feito com sucesso. Para os casos em que se necessita do implante permanente, o recomendável é utilizar as ligas de titânio. Mas, na grande maioria dos casos, são observados implantes fabricados em aço inoxidável devido ao menor custo da matéria-prima. É nesse sentido que o desenvolvimento de ligas de titânio mais baratas, com alto percentual de nióbio e com tecnologia nacional, se tornam atraentes", explica Lopes.

Na proposta do novo biomaterial, além das vantagens já comentadas, como a isenção de elementos tóxicos e a redução dos custos da matéria-prima, existe também a possibilidade de se baratear os custos do processo de fabricação dos dispositivos, empregando processo chamado de forjamento a frio, que nada mais é que dar forma a uma geometria através de forças de compressão utilizando uma prensa e um molde.

Este processo não é possível com os biomateriais metálicos convencionais. As ligas estudadas apresentam ainda características únicas no tocante ao controle do módulo de elasticidade, ou seja, o coeficiente que correlaciona a rigidez e flexibilidade do material. Hastas de próteses fabricadas com materiais convencionais apresentam entre três e seis vezes a rigidez dos ossos e essa diferença faz com que um implante dessa natureza instalado dentro do canal medular iniba as deformações elásticas naturais e benéficas que ocorrem no osso ao realizar as atividades como caminhar, correr etc. Essa situação pode acarretar a perda de massa óssea na região do implante e culminar na soltura ou fratura do implante ou do tecido ósseo.

É neste aspecto que tratamentos térmicos específicos permitem controlar as propriedades de rigidez e flexibilidade desses dispositivos. "O processo possibilita a fabricação de hastas com propriedades mecânicas dedicadas, ou seja, específicas de acordo com o tipo de solicitação mecânica e isto não se conseguia com os biomateriais convencionais. A parte superior da haste, por exemplo, pode ser fabricada com maior resistência mecânica e a parte inferior com baixa rigidez", esclarece o pesquisador. Essa capacidade abre campo para uma nova geração de implantes que poderão ser projetados de forma a atender as particularidades da complexa biomecânica do corpo humano.