

**Artigos Científicos**

**BIOMATERIAIS UTILIZADOS NO CORPO HUMANO: CORAÇÃO  
ARTIFICIAL – REVISÃO DE LITERATURA**

*Biomaterials used in the human body: Artificial heart – Review of the literature*

**Gabriela Seabra Quennehen da Silva<sup>1</sup>**

**Sergio Allegrini Junior<sup>2</sup>**

**Tamara Kerber Tedesco<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Especialista em Odontopediatria pela SLMandic, mestranda em Biodontologia da Universidade Ibirapuera

<sup>2</sup>Doutor em Anatomia Funcional pelo ICB-USP, Professor do Mestrado em Biodontologia - Universidade Ibirapuera

<sup>3</sup>Doutora em Odontopediatria pela FOUSP, Professora do Mestrado em Biodontologia – Universidade Ibirapuera

**Autor para correspondência:**

Gabriela Seabra Quennehen da Silva  
Av. Santa Catarina, 2233 sala 8 Vila Mascote  
CEP 04378-400 São Paulo/SP. Brasil  
Email:[gabrielasqs@yahoo.com](mailto:gabrielasqs@yahoo.com)

## Artigos Científicos

### RESUMO

Apesar dos crescentes avanços no controle e tratamento da insuficiência cardíaca, sejam na área clínica ou cirúrgica, o tratamento definitivo permanece sendo o transplante cardíaco. No entanto, o transplante cardíaco tem enfrentado o grave problema da escassez de doadores. Atualmente, estima-se que entre 20% e 40% dos pacientes selecionados falecem na fila de espera em todo o mundo sendo que a maioria, por falência circulatória progressiva. Para esses pacientes, a utilização de dispositivos de assistência circulatória mecânica é, muitas vezes, a única possibilidade de sobrevivência durante a espera do doador. Diante deste panorama, são de suma importância que sejam dadas orientações aos cirurgião-dentistas quanto ao tipo de solução anestésica e vasoconstritor utilizado e à antibioticoterapia profilática contra endocardite infecciosa.

**Descritores:** Coração artificial. Circulação assistida. Materiais biocompatíveis.

### ABSTRACT

Despite of the recent advances in the control and treatment of heart failure, both in clinical and surgical area, the definitive treatment remains the cardiac transplantation. However, cardiac transplantation has faced the serious donor shortage. Currently, it's estimated that between 20% and 40% of selected patients die on the waiting list all over the world and the majority, by progressive circulatory failure. For these patients, the use of mechanical circulatory assist devices is often the only chance of survival while waiting for a donor. Given this scenario, it is very important that they are given guidance to the dentist about the type of anesthetic and vasoconstrictor used and antibiotic prophylaxis against infective endocarditis.

**Descriptors:** Artificial heart. Assisted circulation. Biocompatible materials.

## Artigos Científicos

### INTRODUÇÃO

O número de mortes por doenças cardiovasculares aumentou com o envelhecimento da população e é responsável por aproximadamente um terço de todas as mortes<sup>1</sup>.

Apesar de ser considerado o padrão de ouro para o tratamento da insuficiência cardíaca em fase terminal, o transplante cardíaco é capaz de satisfazer um pequeno número de pacientes, afinal o número de pacientes com insuficiência cardíaca em fase terminal aguardando transplante de coração excede em muito o número de corações disponíveis, especialmente devido à escassez de doadores. O número de transplantes de coração realizados em todo o mundo manteve-se fixado em 4.000 a 4.500 por ano na última década<sup>2</sup>.

Atualmente, estima-se que entre 20% e 40% dos pacientes selecionados falecem na fila de espera em todo o mundo sendo que a maioria, por falência circulatória progressiva.<sup>3</sup> Para esses pacientes, a utilização de dispositivos de assistência circulatória mecânica é,

muitas vezes, a única possibilidade de sobrevivência durante a espera do doador.

O coração artificial é uma forma de assistência circulatória mecânica em que os ventrículos e as válvulas nativas do paciente são extraídos e substituídos por um coração artificial acionado pneumáticamente. Este método vem sendo aprovado para a utilização em pacientes com insuficiência cardíaca biventricular em fase terminal, como uma ponte para o transplante cardíaco<sup>4</sup>.

Além disso, outras duas modalidades se destacam: a utilização dos dispositivos como “ponte” para uma futura recuperação<sup>5</sup>, situação baseada principalmente no conceito de remodelamento reverso do músculo cardíaco; e a utilização como terapia definitiva para alguns pacientes com contra-indicações ao transplante cardíaco<sup>6</sup>.

Há mais de um século, guiados por estudos clínicos e experimentais, os pesquisadores procuram desenvolver materiais com características adequadas para substituição total ou parcial

## Artigos Científicos

dos tecidos biológicos presentes no corpo humano por ocasião de alguma patologia ou diversos traumatismos, visando assim uma recomposição mais próxima possível da ideal para anatomia e a função da região comprometida. Os biomateriais devem apresentar propriedades físicas e biológicas compatíveis com os tecidos biológicos do hospedeiro, de modo a estimular uma resposta adequada dos mesmos<sup>7</sup>, com o objetivo de manter ou melhorar a qualidade de vida do paciente<sup>8</sup>.

O coração artificial é uma intervenção importante e eficaz para os pacientes que estão perecendo de insuficiência cardíaca biventricular, pois proporciona mais mobilidade e uma melhor qualidade de vida aos pacientes<sup>4</sup>.

Quadros clínico como estes, deve ser bem investigados durante procedimentos de anamnese no atendimento pelos cirurgiões Dentistas (CD). Algumas orientações básicas ao CD devem ser consideradas para redução do risco de complicações associadas a procedimentos clínicos dentro do consultório odontológico. O tipo de

anestésico utilizado com seu referenciado vasoconstritor assim como a antibioticoterapia profilática contra endocardite infecciosa devem ser elucidadas. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo revisar a literatura vigente a respeito das possibilidades de indicação de corações artificiais, bem como suas repercussões para os pacientes.

### **REVISÃO DE LITERATURA**

O coração totalmente artificial está entre as inovações médicas mais importantes do século 21, principalmente devido ao aumento da população com insuficiência cardíaca em fase terminal. O curso progressivo da doença, a sua resistência à terapia convencional, e a escassez de corações disponíveis para transplantes serviram como impulso para o desenvolvimento de um coração totalmente artificial, especialmente quando as outras opções de dispositivos de assistência circulatória estão se esgotando<sup>9</sup>.

## Artigos Científicos

### ***Tipos de dispositivos***

Os tipos de assistência circulatória mecânica podem ser divididos em dispositivos de substituição total do coração (coração artificial total) e os dispositivos de assistência ventricular, que por sua vez podem ser subdivididos em: assistência em série por contrapulsção (balão intra-aórtico) e assistência em paralelo (Ventrículos Artificiais)<sup>10</sup>.

### ***Modelos de Coração totalmente artificial***

#### ***Jarvik – 7***

Em 1982, De Vries e colaboradores implantaram o primeiro coração artificial total (Jarvik-7), mantendo o paciente vivo por 112 dias. Este dispositivo era constituído de 2 câmaras esféricas de poliuretano separadas, cada uma representando um ventrículo, com um volume de enchimento de 70 ml e que estão ligados ao coração por algemas de Dacron<sup>9</sup>.

O primeiro receptor do Jarvik 7 foi o CD Barney Clark que sofria de insuficiência cardíaca em fase

terminal e foi considerado como o candidato adequado para o transplante cardíaco. Implantado pelo Dr. William DeVries na Universidade de Utah, o Jarvik 7 funcionou bem, contudo, o Dr. Clark desenvolveu muitas complicações, incluindo insuficiência pulmonar, insuficiência renal aguda, uma convulsão generalizada (de causa incerta), e as complicações hemorrágicas da anticoagulação. O resultado deste processo inicial foi considerado promissor e encorajou novos implantes<sup>11</sup>.

#### ***Abiocor***

Em 02 de julho de 2001, os cirurgiões do Jewish Hospital de Louisville, Kentucky, realizaram o implante pioneiro do Abiocor em um paciente de 59 anos, do sexo masculino<sup>12</sup>.

O Abiocor é um coração artificial total com características eletro-hidráulicas. Foi projetado para manter a circulação e prolongar a vida de pacientes com insuficiência cardíaca congestiva terminal e falência irreversível de ventrículo direito ou esquerdo, que

## Artigos Científicos

impede o tratamento farmacológico ou cirúrgico e põe em risco a vida<sup>12</sup>.

O AbioCor é o primeiro coração artificial total a ser usado clinicamente, totalmente implantado no paciente, com comunicação com o hardware e sem penetrações na pele<sup>12</sup>.

Os componentes implantáveis são assim descritos:

- Unidade torácica: feita de titânio, com 2 compartimentos de bombeamento de sangue. Entre os sacos existe uma bomba em miniatura centrífuga que agita o fluido hidráulico de baixa viscosidade entre os 2 sacos alternativamente, forçando um a contrair de maneira sistólica, enquanto o outro é ativamente enchido devido à diferença de gradiente, criando diástole;
- Bateria interna: uma bateria recarregável feita de células de íon de lítio, servindo como fonte de energia. Ela pode alimentar a bomba por 15 até 45 minutos, dependendo das condições desta bateria. Por exemplo, este período

de tempo pode permitir que o paciente tome banho;

- Controlador: unidade de microprocessador responsável pelo controle dos diferentes parâmetros da unidade torácica, que incluem a câmara de pressão hidráulica, a velocidade da bomba centrífuga (rpm), taxa de batimento, e o equilíbrio entre a pressão atrial direita e esquerda.
- Transferência de energia transcutânea (TET): transmitem potência por meio de força magnética de uma bateria externa através da pele sem perfurar a superfície. Os componentes externos incluem:
  - ✓ Console: um computador portátil mostrando todos os parâmetros de desempenho monitorados permite o seu ajustamento manual, bem como um sistema de alarme e uma bateria interna;
  - ✓ Caixa de comunicação por radiofrequência: para transmissão de informações entre o console e a unidade torácica;

## Artigos Científicos

- ✓ Bobina TET externo: responsável por transmitir as ondas magnéticas através da pele para o TET interno, o que o converte em eletricidade que alimenta o dispositivo<sup>13</sup>.

### **CardioWest e SynCardia**

O coração CardioWest é idêntico ao Jarvik 7 e foi desenvolvido para uso em mulheres e homens pequenos em meados da década de 1980. Em 2004, a FDA concedeu a sua aprovação, tornando CardioWest o primeiro e o único coração totalmente artificial aprovado nos EUA. O dispositivo foi mais tarde renomeado e comercializados sob "SynCardia". Além disso, SynCardia introduziu recentemente um driver portátil e até mesmo mais flexível chamado Freedom®, que foi aprovado pela FDA em 2014.

O sucesso revolucionário alcançado por SynCardia, CardioWest e, antes deles, o Jarvik 7, é atribuído principalmente:

- Simplicidade do dispositivo; sem eletrônica complicada ou baterias;
- Biocompatibilidade do material do dispositivo, para diminuir o risco de trombose;
- Preenchimento parcial ou completo das câmaras, minimizando a estase do sangue;
- Eficácia hemodinâmica; com o fluxo de sangue elevada, permitindo a recuperação do órgão;
- Bombeamento independente dos lados esquerdo e direito;
- Controle da câmara de permitindo uma hemodinâmica coração-pulmão, impedindo que o sangue vá para os pulmões a uma pressão excessivamente alta;
- Tamanho relativamente pequeno e leve (160 g), encaixe em 90% dos pacientes<sup>13</sup>.

### ***Dispositivos de assistência ventricular***

#### **Heartmate II**

É uma segunda geração, fluxo axial, bomba rotativa aprovada tanto para ponte para o transplante como terapia de

## Artigos Científicos

destino nos EUA, e atualmente está implantado em mais de 7000 pacientes. Estes dispositivos são menores, totalmente implantáveis geralmente no espaço pericárdico, silencioso, seguro, e exigem menos agentes anticoagulantes do que a maioria dos dispositivos da geração anterior, graças aos seus sistemas de fluxo contínuo<sup>14</sup>.

### **Heartware**

É a terceira geração aprovada pela FDA em 2012 para a ponte para o transplante. Seu tamanho é menor, centrífuga e não possui rolamentos mecânicos. Ele utiliza forças hidrodinâmicas para suspender o rotor, numa tentativa de reduzir o risco de falha mecânica, prolongar a vida útil da bomba, e diminuir o risco de formação de trombos. O mecanismo acomoda diferentes necessidades dos pacientes, permitindo uma abordagem cirúrgica versátil em um procedimento de 3 passos simples feito dentro do espaço pericárdico<sup>14</sup>.

### **Complicações**

O coração totalmente artificial apresenta complicações como: infecção, sangramento pós-operatório intenso e tromboembolismo, disfunções renais, hepáticas, pulmonares e neurológicas, além de outras decorrentes de problemas técnicos<sup>9</sup>.

As complicações relatadas na utilização dos dispositivos de assistência ventricular são: sangramento perioperatório, eventos tromboembólicos, infecção, insuficiência renal e disfunção do ventrículo direito<sup>10</sup>.

### **Coração artificial na pediatria**

Na pediatria, as cardiomiopatias são a razão principal para insuficiência cardíaca em fase terminal. Crianças em listas de transplante de espera geralmente têm os maiores riscos de mortalidade. O coração totalmente artificial é uma opção terapêutica valiosa<sup>15</sup>. No entanto, a principal limitação na população pediátrica é a área mínima da superfície corporal, o que é imprescindível para a montagem adequada e o

## Artigos Científicos

funcionamento do coração totalmente artificial implantado.

SynCardia introduziu recentemente uma nova 50cc-TAH, que recebeu a designação do aparelho para a ponte pediátrica para transplante. Em virtude da tecnologia de tomografia computadorizada e modelagem 3D, a análise de ajuste dispositivo específico do paciente tornou-se possível, levando a uma implantação bem sucedida<sup>15</sup>.

Atualmente, o Berlin Heart Excor é a única assistência ventricular pediátrica específica e aprovada pela FDA. Num estudo prospectivo, o Berlin Heart Excor demonstrou um resultado bem sucedido, seja ponte para o transplante ou em casos raros, a ponte para a recuperação, em cerca de 90% das crianças. No entanto, uma alta incidência de eventos adversos, como acidente vascular cerebral embólico, sangramento e infecção, incentivou alguns centros pediátricos a utilizar dispositivos de fluxo contínuo implantáveis, como, o HeartMate II e HeartWare<sup>16</sup>.

### **Orientações básicas ao cirurgião-dentista**

#### **Anestésicos Locais**

Em procedimentos odontológicos, as complicações da anestesia local incluem: taquicardia, síncope, angor pectoris, hipotensão postural, infarto agudo do miocárdio, confusão mental, broncoespasmo e reação anafilática<sup>17</sup>. Várias delas podem ser provocadas por estimulação catecolaminérgica sobre o sistema cardiovascular, o que justifica a restrição ao uso de vasoconstritores adrenérgicos em cardiopatas. Já os vasoconstritores não adrenérgicos, em dosagens adequadas e aplicadas corretamente, aumentam a intensidade e a duração do efeito anestésico, por aumento do tempo de contato com as células da membrana nervosa, diminuem a toxicidade do anestésico, em razão da maior lentidão da reabsorção sistêmica, e reduzem a hemorragia local durante o procedimento. Dessa maneira, facilitam a intervenção e diminuem o estresse do paciente<sup>18</sup>.

### ***Endocardite infecciosa***

Endocardite infecciosa é uma doença grave, que resulta usualmente da invasão de microorganismos (bactéria ou fungo) em tecido endocárdico ou no material protético existente nos corações artificiais.

A endocardite infecciosa é uma doença grave e que pode levar o paciente óbito. A adoção de medidas profiláticas antibióticas é uma prática coerente e as recomendações propostas pela American Heart Association devem ser seguidas nos procedimentos odontológicos que envolvem manipulação do tecido gengival ou da região periapical ou perfuração da mucosa bucal em pacientes de alto risco, tais como aqueles com história prévia de endocardite infecciosa; portador de válvula cardíaca protética; doença cardíaca congênita; doença cardíaca congênita cianótica não reparada, incluindo shunt e condutas paliativas; defeito cardíaco completamente reparado com material protético ou aparelho, colocado por cirurgia ou

cateterismo, durante os primeiros seis meses após o procedimento; doença cardíaca congênita com defeitos residuais no sítio ou adjacente à prótese, a qual inibe a endotelialização; receptores de transplantes cardíacos que desenvolveram valvulopatia cardíaca<sup>19</sup>.

É de grande importância orientar o paciente com risco cardíaco quanto aos hábitos de higiene bucal e prevenção das doenças, pois a presença de algumas afecções bucais, como a doença periodontal, pode aumentar o risco de bacteremia associada a hábitos diários do paciente, como a escovação, o uso do fio dental e a mastigação. Deve-se realizar a profilaxia somente quando indicada, e em dose única, a fim de se evitar o uso indiscriminado de antimicrobianos e a resistência bacteriana, o que pode comprometer a futura eficiência de antimicrobianos contra esta e outras doenças. A troca de informações com o médico cardiologista é imprescindível para que ele possa estabelecer e

## Artigos Científicos

esclarecer o grau de risco da condição cardíaca<sup>20</sup>.

### CONCLUSÃO

Coração artificial é uma ferramenta terapêutica emergente para insuficiência cardíaca em fase terminal. Diante do problema de corações escassos para o transplante e a natureza progressiva da doença essa terapia é o último recurso para prolongar a sobrevivência do paciente até que um coração do doador seja encontrado. No decorrer das últimas décadas observou-se um significativo aumento na utilização dos biomateriais, justificado pelo aumento da expectativa de vida da população e, conseqüentemente, ao alto índice de traumas e doenças encontrados. A diversidade de aplicações dos biomateriais, assim como suas diferenças químicas, físicas, biológicas e morfológicas, faz da pesquisa nesta área um trabalho com características interdisciplinares. A capacitação do cirurgião-dentista é algo imprescindível para uma prática segura, através da anamnese, avaliação dos sinais vitais,

anestesia efetiva para suprimir a dor (e evitar tensões maiores em pacientes com disfunção cardiocirculatória), sessões curtas, prescrição de antibioticoterapia profilática (prevenção endocardite infecciosa) e acompanhamento multidisciplinar.

### REFERÊNCIAS

1. GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2015; 385(9963):117-71.
2. Lund LH, Edwards LB, Kucheryavaya AY, Benden C, Christie JD, Dipchand AI et al. The registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: thirty-first official adult heart transplant report--2014; focus theme: retransplantation. *J Heart Lung Transplant* 2014; 33(10):996-1008.
3. Galantier J; Moreira LFP; Benício A; Leirner AA; Cestari I; Bocchi EA; Bacal F; Stolf NAG. Desempenho hemodinâmico e resposta inflamatória durante o uso do DAV-InCor como ponte para o transplante. *Arq. Bras. Cardiol.* 2008; 91(5):301-8.
4. Cook JA, Shah KB, Quader MA, Cooke RH, Kasirajan V, Rao KK et al. The total artificial heart. *J Thorac Dis* 2015; 7(12):2172-80.
5. Hetzer R, Muller JH, Weng Y, Meyer R, Dandel M. Bridging-to-Recovery.

**Artigos Científicos**

- Ann Thorac Surg 2001; 71(3S):109-13.
6. Richenbacher WE, Naka Y, Raines EP, Frazier OH, Couper GS, Pagani FD et al. Surgical management of patients in the REMATCH Trial. Ann Thorac Surg 2003; 75(6S):86-92.
7. Ratner BD, Bryant SJ. Biomaterials: where we have been and where we are going. Annu Rev Biomed Eng 2004;6:47-75
8. Guastaldi AC, Aparecida AH. Fosfatos de cálcio de interesse biológico: importância como biomateriais, propriedades e métodos de obtenção de recobrimentos. Quim Nova 2010;33(6):1352-8.
9. Samak M, Fatullayev J, Sabashnikov A, Zeriouh M, Rahmanian PB, Choi YH et al. Past and Present of Total Artificial Heart Therapy: A Success Story. Med Sci Monit Basic Res 2015;21:183-90.
10. Galantier J. Avaliação do emprego clínico do dispositivo de assistência ventricular InCor como ponte para o transplante cardíaco. 2007. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da USP; 2007.
11. De Vries WC, Anderson JL, Joyce LD. Clinical use of the total artificial heart. N Engl J Med 1984;310(5):273-8.
12. SoRelle R. Cardiovascular news: totally contained AbioCor artificial heart implanted. Circulation 2001;104(3):9005-6.
13. Sale SM, Smedira NG. Total artificial heart. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2012; 26(2):147-65.
14. Roberts SM, Hovord DG, Kodavatiganti R, Sathishkumar S. Ventricular assist devices and non-cardiac surgery. BMC Anesthesiol 2015; 15:185.
15. Park SS, Sanders DB, Smith BP, Ryan J, Piasencia J, Osbom MB, et al. Total artificial heart in the pediatric patient with biventricular heart failure. Perfusion 2014; 29(1):82-88.
16. Adachi I, Burki S, Zafar F, Morales DL. Pediatric ventricular assist devices. J Thorac Dis 2015; 7(12):2194-202.
17. Malamed SJ. Manual de anestesia local. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001:44-65.
18. Meyer FU. Hemodynamics changes under emotional stress following a minor surgical procedure under local anaesthesia. Int J Oral Maxillofac Surg 1987;16:688-94.
19. Ferreira ACR, Costa AA. Evolução do Protocolo Padrão de Profilaxia Antibiótica à Endocardite Bacteriana. Rev Pró-univerSUS, Vassouras; 2011;2(1):65-74.
20. Almeida LSB, Castro ML, Cogo K, Rosalen PL, Andrade ED, Franco GCN. Profilaxia da endocardite infecciosa: recomendações atuais da "American Heart Association (aha)". R. Periodontia 2009;19(4):7-10.