Análise dos Aspectos Funcionais Fundamentais do Sistema Cardiovascular: Hemodinâmica e Características da Circulação em Mamíferos

Autor(res)

Fabiano Herasto De Paula
Fernando Gomes Barbosa
Juliana Dias Martins
Stiwens Roberto Trevisan Orpinelli

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

FACULDADE ANHANGUERA DE ANÁPOLIS

Introdução

O sistema cardiovascular é essencial para a manutenção da vida, atuando no transporte de gases, nutrientes, hormônios e metabólitos, além de participar ativamente na termorregulação e na defesa imunológica. Sua função primordial é garantir um fluxo sanguíneo adequado para a demanda metabólica dos tecidos, o que é alcançado por meio de um sistema fechado e de alta complexidade (Gordan et al., 2015). A compreensão dos aspectos funcionais deste sistema, especialmente as inter-relações entre suas variáveis hemodinâmicas, é crucial para a Medicina Veterinária na avaliação da saúde e no manejo de patologias em diversas espécies. O funcionamento da circulação é regido por princípios físicos que governam o fluxo do sangue através dos vasos, sendo a interação entre pressão, fluxo e resistência o cerne da hemodinâmica (Trammel & Sapra, 2020).
A circulação em mamíferos é organizada em dois circuitos distintos, mas interligados: a Circulação Sistêmica (ou Grande Circulação) e a Circulação Pulmonar (ou Pequena Circulação), cada uma com características de pressão e resistência únicas que se adequam às suas respectivas funções (Gewillig, 2005). A circulação sistêmica é um sistema de alta pressão e alta resistência que irriga os tecidos periféricos, garantindo a entrega de oxigênio e a remoção de dióxido de carbono. Em contraste, a circulação pulmonar opera sob um regime de baixa pressão e baixa resistência, facilitando a eficiente oxigenação do sangue nos pulmões sem causar danos aos delicados capilares alveolares (Rogers & Rogers, 2009).
A manutenção da Pressão Arterial (PA) dentro de limites fisiológicos é um processo rigorosamente regulado por mecanismos neurais e humorais, sendo o principal determinante do fluxo sanguíneo tecidual (Willie et al, 2014).

Objetivo

Este estudo teórico tem como objetivo analisar e descrever os aspectos funcionais fundamentais do sistema cardiovascular. Serão detalhadas as características físicas da circulação e as diferenças hemodinâmicas entre a circulação sistêmica e pulmonar. Adicionalmente, o trabalho visa elucidar a relação quantitativa entre pressão, fluxo e resistência (Lei de Ohm e Lei de Poiseuille)

Material e Métodos

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo teórico e de revisão bibliográfica de natureza exploratória e descritiva. Foram utilizados como materiais fontes de literatura especializada e artigos científicos nas áreas de fisiologia cardiovascular e hemodinâmica. A pesquisa bibliográfica foi conduzida nas bases de dados Google Scholar, PubMed e SciELO, utilizando-se termos-chave como: "fisiologia cardiovascular", "hemodinâmica", "circulação sistêmica", "circulação pulmonar", "pressão arterial" e "Lei de Poiseuille". O período de consulta dos materiais focou em textos clássicos e revisões recentes que abordam os princípios básicos da fisiologia circulatória em mamíferos, com ênfase em modelos animais relevantes para a Medicina Veterinária. O método empregado foi a análise e síntese qualitativa do conteúdo selecionado. Por fim, realizou-se a diferenciação das pressões sanguíneas ao longo do leito vascular (artérias, arteríolas, capilares e veias), com destaque para a regulação e importância da pressão arterial média (PAM).

Resultados e Discussão

O sistema cardiovascular é um circuito fechado onde as características físicas do fluxo sanguíneo são cruciais para a eficiência. O fluxo é predominantemente laminar, o que minimiza o atrito e a perda de energia (Guyton; Hall, 2021). A resistência ao fluxo é oposição gerada pelo atrito do sangue com as paredes dos vasos, e, conforme a Lei de Poiseuille, ela é inversamente proporcional à quarta potência do raio do vaso (Constanzo, 2022). Esse princípio demonstra que pequenas variações no diâmetro arteriolar geram grandes variações na resistência vascular, sendo este o principal mecanismo de controle do fluxo sanguíneo regional e da pressão arterial sistêmica (PA).

A distinção entre a Circulação Sistêmica e a Circulação Pulmonar é fundamental para a fisiologia. A circulação sistêmica, que distribui sangue oxigenado para os tecidos, é um sistema de alta pressão e alta resistência, crucial para vencer a distância e a gravidade (Berne; Levy, 2020). É no ventrículo esquerdo que é gerada a maior pressão. Já a circulação pulmonar, responsável pela hematose, é um sistema de baixa pressão e baixa resistência, o que protege a integridade dos capilares pulmonares e facilita a troca gasosa.

A relação entre pressão, fluxo e resistência é o pilar da hemodinâmica. O fluxo sanguíneo (Q), que é o débito cardíaco total, é diretamente proporcional ao gradiente de pressão (P) entre dois pontos e inversamente proporcional à resistência (R), conforme a adaptação da Lei de Ohm para o sistema circulatório: Q = P/R (Guyton; Hall, 2021). Em termos de circulação sistêmica, isso pode ser traduzido como:

DC = (PAMPAD)/ RVS, onde DC é o Débito Cardíaco, PAM é a Pressão Arterial Média, PAD é a Pressão no Átrio Direito e RVS é a Resistência Vascular Sistêmica (Constanzo, 2022). Esta equação demonstra que o aumento da RVS ou do DC elevará a PAM, um princípio crucial para o entendimento da regulação pressórica e da patogênese de doenças cardiovasculares em animais.

A Pressão Arterial (PA) é a força exercida pelo sangue contra a parede das artérias e representa o ponto de maior pressão no sistema (Rhoades; Bell, 2020). Ela oscila entre a Pressão Sistólica (máxima) e a Pressão Diastólica (mínima). A pressão sanguínea em outros vasos demonstra um gradiente de pressão decrescente. Nas arteríolas, ocorre a maior queda de pressão devido à sua alta resistência, regulando o fluxo para os leitos capilares. Nos capilares, a pressão é baixa (facilitando as trocas), e nas veias e veias cavas é a mais baixa, aproximando-se de 0 mmHg no átrio direito (Berne; Levy, 2020). O conhecimento detalhado destes mecanismos é vital para a Medicina Veterinária, permitindo a correta interpretação de parâmetros hemodinâmicos e a intervenção farmacológica precisa em pacientes animais.

Conclusão

Os aspectos funcionais do sistema cardiovascular são regidos por princípios hemodinâmicos essenciais, onde a relação Pressão-Fluxo-Resistência é central. A circulação se divide em sistêmica (alta pressão/resistência) e pulmonar (baixa pressão/resistência), otimizando a função de cada circuito. A Pressão Arterial é a força motriz, decaindo drasticamente nas arteríolas e veias. O domínio destes conceitos é indispensável para a Medicina Veterinária, permitindo a correta avaliação da perfusão e a gestão de desequilíbrios hemodinâmicos em pacientes animais.

Referências

BERNE, R. M.; LEVY, M. N. Fisiologia Cardiovascular. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.
CONSTANZO, L. S. Fisiologia. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022.
GEWILLIG, M. The Fontan circulation. Heart, v. 91, n. 6, p. 839-846, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1136/hrt.2004.051789.
GORDAN, R.; GWATHMEY, J.; XIE, L. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. World Journal of Cardiology, v. 7, n. 4, p. 204-214, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.4330/wjc.v7.i4.204.
GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de Fisiologia Médica. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.
RHOADES, R.; BELL, D. R. Fisiologia Humana. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2020.
ROGERS, J.; ROGERS, J. An introduction to Cardiovascular Physiology. [s.l.]: [s.n.], 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1016/c2013-0-06523-1.
TRAMMEL, J.; SAPRA, A. Physiology, Systemic Vascular Resistance. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020.
WILLIE, C. K. et al. Integrative regulation of human brain blood flow. The Journal of Physiology, v. 592, n. 5, p. 841-859, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.268953.