TRABALHO COMPLETO
FULL PAPER
XXVIII SEPE
Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão
Teaching, Research and Extension Symposium
ISSN: 2316-9745
24 A 26 DE SETEMBRO DE 2024
SEPTEMBER 24th to 26th, 2024
UFN
https://doi.org/10.48195/sepe2024.28754

O CORAÇÃO COMO UMA MOLA.

Marcela do Nascimento Monteiro[1]; Inácio Rillo da Silva[2]; Graziela Marina Costa Malaguez[3]; Greice Scremin[4]; Leris Salete Bonfanti Haeffner[5]; Luzia Conz Agostinetto[6]; Milena Isabeli Brun[7]; Adalgiso Feijó Malaguez[8]

RESUMO

O sistema cardiovascular é responsável pelo transporte de oxigênio e nutrientes aos tecidos e remoção de resíduos metabólicos. O transporte é garantido pelo fluxo de sangue, que para manter a circulação sanguínea, é impulsionado pelo coração através de duas circulações: a pequena circulação realiza a troca gasosa nos alvéolos pulmonares (hematose), e a grande circulação oferta sangue oxigenado aos tecidos e capta o gás carbônico. O débito cardíaco (DC) depende do volume sistólico (VS) e da frequência cardíaca (FC), sendo influenciado pela pré-carga, pós-carga e contratilidade do miocárdio. Esse trabalho tem por finalidade elucidar a mecânica dos fluidos através de conceitos da física como pressão e resistência, juntamente com a Lei de Hooke e o Módulo de Young, que explicam como materiais elásticos se deformam sob a ação de forças, sendo essenciais para entender as propriedades do músculo durante a contração.

Palavras-chave: Lei de Hooke; Fisiologia Cardiovascular; Hemodinâmica.

ABSTRACT

[1] Acadêmica do curso de Medicina, Universidade Fransciscana; marcela.monteiro@ufn.edu.br
[2] Acadêmico do curso de Medicina, Universidade Franciscana; inacio.silva@ufn.edu.br
[3] Psicóloga, ULBRA; grazielamarins@gmail.com
[4] Pedagoga, Universidade Fransciscana; greicescremin@ufn.edu.br
[5] Coordenadora do curso de Medicina, Universidade Franciscana; lerishaeffner@ufn.edu.br
[6] Acadêmica do curso de Medicina, Universidade Franciscana; luzia.cagostinetto@ufn.edu.br
[7] Acadêmica do curso de Medicina, Universidade Franciscana; milena.brun@ufn.edu.br
[8] Docente do curso de Medicina, Universidade Fransciscana; amalaguez@hotmail.com

The cardiovascular system is responsible for transporting oxygen and nutrients to tissues and removing metabolic waste. The transport is guaranteed by blood flow, which, to maintain blood circulation, is driven by the heart through two circulations: the small circulation carries out gas exchange in the pulmonary alveoli (hematosis), and the large circulation offers oxygenated blood to the tissues and captures carbon dioxide. Cardiac output (CO) depends on stroke volume (SV) and heart rate (HR), being influenced by preload, afterload and myocardial contractility. This work aims to elucidate fluid mechanics through physics concepts such as pressure and resistance, together with Hooke's Law and Young's Modulus, which explain how elastic materials deform under the action of forces, being essential to understand the properties of the muscle during contraction.

Keywords: Hooke´s law; cardiovascular physiology; hemodynamics.

Eixo Temático: Iniciação Científica Júnior (ICJr)

1. INTRODUÇÃO

O sistema cardiovascular é formado de um coração, vasos e sangue. Sua função é produzir um meio de transporte para oferecer aos tecidos nutrientes e oxigênio para gerar energia em forma de ATP (adenosina trifosfato) e livrar as células de escória produzida no metabolismo (gás carbônico). Esse meio de transporte é o sangue, que precisa estar em movimento, para que a oferta de oxigênio e nutrientes seja renovada constantemente, assim como, é preciso uma incessante limpeza do lixo metabólico. O sangue nessa dinâmica passará pelos rins, fígado e pulmões para executar a limpeza do corpo. Cumpridos estes objetivos, os tecidos então, tem condições existir de uma forma sadia para executar funções as quais são suas razões de existir.

O ciclo cardíaco é dividido em período de preenchimento, onde o sangue entra nos ventrículos por diferença de gradiente pressórico – contração isovolumétrica, onde o coração contrai-se a fim de aumentar a pressão intraventricular, afim de abrir a válvula atrioventricular– período de ejeção, onde o coração ejeta o sangue dos

ventrículos – relaxamento isovolumétrico, onde o coração relaxa-se com a finalidade de diminuir a sua pressão intraventricular, para que o ciclo possa ocorrer novamente.

Para que o sangue se mantenha em movimento ele precisa ser bombeado através de duas circulações distintas que estão arranjadas em série: A pequena circulação, por onde o sangue que chega da periferia desoxigenado, é ejetado pelo coração direito para os vasos pulmonares, a fim de executar as trocas gasosas (captar oxigênio e excretar gás carbônico - hematose); A grande circulação, onde o sangue rico em oxigênio sai do ventrículo esquerdo e flui pelas células da periferia, fazendo as trocas (entrega de oxigênio para as células captação do gás carbônico das células), e retornando ao átrio direito e voltando à pequena circulação. Este bombeamento, é realizado pela contração das células musculares cardíacas, que entregam energia para este movimento do sangue.

2. METODOLOGIA

Como metodologia, foi realizada a revisão de literatura dos livros Guyton e Hall 14ª edição, Física para Ciências Biológicas e Biomédicas e Kaplan Manual de Anestesia Cardíaca 2ª edição. Abordando os temas fisiologia cardiovascular Lei de Hooke, Módulo de Young e hemodinâmica para dar subsídios as discussões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

CICLO CARDÍACO

A cada 0.8 segundo, em média, acontece um batimento cardíaco. O conhecimento dos fenômenos que acontecem durante este batimento é pré-requisito básico para o entendimento global da fisiologia cardíaca. Por tanto é preciso olhar com atenção todas as etapas que compõem o CICLO CARDÍACO.

DÉBITO CARDÍACO

Alguns conceitos fundamentais da mecânica de fluidos precisam ser compreendidos, para um completo entendimento da dinâmica da circulação

sanguínea (hemodinâmica): fluido; fluxo; resistência ao fluxo; pressão; gradiente pressórico.

O fluido é uma substância que não se rompe frente ao cisalhamento, ou seja, quando uma força de cisalhamento é aplicada, o fluido se deforma e toma a forma de onde está contido. Fluxo é a quantidade de fluido que se movimenta em um determinado espaço, num determinado tempo. Resistência ao fluxo, é uma força que se opõe ao movimento do fluido (em cilindros), esta resistência se dá pela lei de Poisellie (esta lei define que a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do cilindro e a viscosidade do fluido, sendo inversamente proporcional ao raio do cilindro elevado na quarta potência). Pressão é força aplicada por área, e gradiente pressórico é diferença de pressão entre dois pontos distintos.

Temos que o fluxo é estabelecido entre dois pontos, quando há diferença de pressão e ele vence a resistência oferecida pelo cilindro, ou seja:

FLUXO = (PA – PB) / R

Na hemodinâmica o fluxo é chamado débito cardíaco (DC) – a quantidade de sangue-fluido- que flui pela via de saída do ventrículo esquerdo (válvula aórtica)- espaço em um minuto – tempo. O gradiente pressórico se dá pela diferença na pressão média na raiz (início) da artéria aorta – PAM, menos a pressão no átrio direito, também chamada de pressão venosa central -PVC. Em outras palavras pressão de onde o sangue sai, menos a pressão de onde o sangue chega (na grande circulação). A resistência, chamada de resistência vascular periférica (RVP), respeita a lei de Poisellie e é dependente basicamente do raio dos vasos onde o sangue circula.

Assim temos que FLUXO = DC, PA – PB = PAM – PVC, e R = RVP

Então: DC = (PAM – PVC) / RVP.

Entendendo que o DC é a quantidade de sangue que passa pela válvula aórtica e um minuto, é simples compreender que o DC é o volume de sangue ejetado em

cada batimento (volume sistólico) multiplicado pela frequência cardíaca (arbitrada em número de batimentos em um minuto). Temos então que DC = Vsist X FC.

A frequência cardíaca (normalmente de 60 – 100 batimentos por minuto), por sua vez depende do ritmo ditado pelo tecido especializado de condução, que tem a característica de produzir estímulo à contração cardíaca e ser o marcapasso do coração.

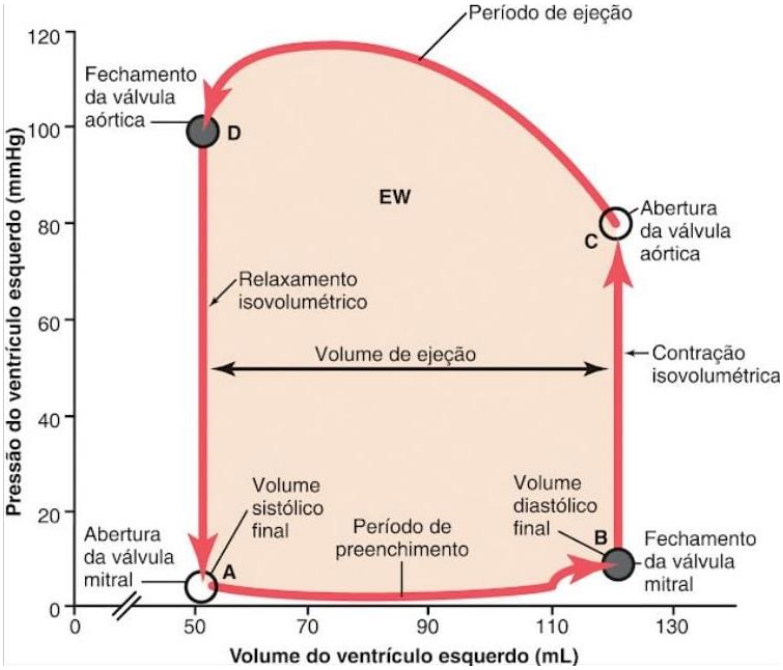
O volume sistólico depende de três variáveis e é gerado a cada ciclo cardíaco: pré-carga, pós-carga e contração miocárdica.

Pré-carga é a distensão muscular prévia à contração.

Pós-carga é a tensão contra a qual a parede muscular contrai.

Contratilidade é a intrínseca propriedade do músculo cardíaco que é relacionada com a força de contração.

Figura 1 – Ciclo cardíaco



Fonte: Guyton e Hall 14ª, 2006.

Corpos, quando submetidos a forças de compressão ou tração, tendem a sofrer deformações (alterações em suas dimensões lineares). As variações em suas dimensões lineares (ΔL) são determinadas pela diferença do comprimento final (L), e o comprimento inicial L0.

$$\Delta L = L - L0$$

De modo empírico, foi observado que na maioria dos materiais (como: metais, madeira, osso, borracha) para forças (F) pequenas a variação de ΔL é proporcional a força.

LEI DE HOOKE = descreve como materiais elásticos comportam-se sob a ação de uma força F. Estabelece que a deformação de um objeto é diretamente proporcional à força aplicada nele, desde que tal deformação não exceda o limite elástico do material. Um material é considerado elástico até atingir o ponto de ruptura, caso a força exceda o seu limite elástico, o material deixa de ser elástico.

$$F = k \times (L - L0) = k \times (\Delta L)$$

Na Lei de Hooke, a constante de proporcionalidade (k) é chamada de constante elástica do material.

MÓDULO DE YOUNG = fornece o grau de elasticidade de um material, ou seja, se Y for grande, a variação de ΔL da deformação do material será pequena (material pouco elástico).

$$F / A = Y \times \Delta L / L0$$

O coeficiente de proporcionalidade (Y) é denominado módulo de Young.

4. CONCLUSÃO

Como demonstrado no texto acima, se houver uma interpretação adequada de conceitos fundamentais da física teórica, a aquisição de certos conhecimentos da

medicina se torna de mais fácil entendimento, principalmente no que se diz respeito a questões fisiológicas do corpo humano, como neste caso em que foi exposta a temática da fisiologia cardiovascular. Uma vez que quando os conceitos de pré-carga, pós-carga e contratilidade são comparados com a Lei de Hooke e o Módulo de Young, é notório que o coração pode ser equiparado a uma mola.

REFERÊNCIAS

HALL, J. E. *Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica*. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

KAPLAN, J. A. *Manual de Anestesia Cardiovascular*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. *Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo: Harbra, 1986.